

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم العالي

جامعة أم القرى

كلية العلوم الاجتماعية

قسم الجغرافيا

استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب مواقع دفن النفايات بالمدينة المنورة

إعداد الطالبة

عهود بنت عائض بن راجح الرحيلي

الرقم الجامعي

٤٢٧٨٠١٥٢

إشراف الأستاذ الدكتور

خالد بن مسلم الحربي

دراسة مقدمة إلى قسم الجغرافيا كمتطلب تكميلي لنيل درجة الماجستير في الجغرافيا

الفصل الدراسي الأول ١٤٣١هـ / ٢٠١٠م



بسم الله الرحمن الرحيم

نموذج رقم (١٩)

إجازة أطروحة علمية في صياغتها النهائية بعد إجراء التعديلات وبيانات الإتاحة بمكتبة الملك عبد الله بن عبد العزيز الرقمية



بيانات الطالب

Name	Ouhood Aiyd Rageh ALRihieli					عهود بنت عائض راجح الرحيلي	الاسم
University ID	42780152					٤٢٧٨٠١٥٢	الرقم الجامعي
College	Social Sciences					العلوم الاجتماعية	الكلية
Department	Geography					الجغرافيا	القسم
Academic Degree	Master	year	2011	١٤٣٢	السنة	ماجستير	الدرجة العلمية
E-mail	Oh2ood@yahoo.com						البريد الالكتروني

بيانات الأطروحة (الرسالة) العلمية

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد :
فبناءً على توصية اللجنة المكونة لمناقشة الأطروحة العلمية، والتي تمت مناقشتها بتاريخ ١ /٢/ ١٤٣٢هـ، بقبول الأطروحة بعد إجراء التعديلات المطلوبة، وحيث تم عمل اللازم، فإن اللجنة توصي بإجازة الأطروحة في صياغتها النهائية المرفقة، كمتطلب تكميلي للدرجة العلمية المذكورة أعلاه. والله الموفق.

عنوان الأطروحة كاملاً	استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب مواقع دفن النفايات بالمدينة المنورة

أعضاء اللجنة

المشرف على الرسالة	الاسم	أ.د خالد بن مسلم الحربي	التوقيع	[signature]
المشرف المساعد (إن وجد)	الاسم		التوقيع	
المناقش الداخلي١	الاسم	د. بدر الدين يوسف محمد أحمد	التوقيع	[signature]
المناقش الداخلي٢	الاسم	أ.د جمعة محمد داوود محمود	التوقيع	[signature]
المناقش الخارجي (إن وجد)	الاسم		التوقيع	
مصادقة رئيس القسم	الاسم	أ.د خالد بن مسلم الحربي	التوقيع	[signature]

إتاحة الأطروحة (الرسالة) العلمية

بناء على التنسيق المشترك بين عمادة الدراسات العليا و عمادة شؤون المكتبات، بإتاحة الرسالة العلمية للمكتبة الرقمية، فإن للطالب الحق في التأشير (✓) على أحد الخيارات التالية :

- ○ **لا أوافق** على إتاحة الرسالة كاملة في المكتبة الرقمية، وأعلم أن للمكتبة الحق في استخدام عملي أو إتاحته في إطار الاستخدام المشروع الذي يسمح به نظام حماية حقوق المؤلف في المملكة العربية السعودية.
- ○ **أوافق** على اتاحة الرسالة في المكتبة الرقمية، وتصوير الرسالة كاملة بدون مقابل.
- ● **أوافق** على تصوير الرسالة كاملة بمقابل وفق شروط مكتبة الملك عبدالله الرقمية والتي سبق وأن أطلعت و وافقت عليها.

توقيع الطالبة	[signature]	التاريخ	١٤٣٢/٢/٢٥هـ

يعبأ النموذج باستخدام الحاسب الآلي، ويوضع أمام الصفحة المقابلة لصفحة عنوان الأطروحة (الرسالة) العلمية في كل نسخة من الرسالة

ملخص البحث

استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب مواقع دفن النفايات بالمدينة المنورة

هدفت الدراسة الحالية إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية كتقنية مساعدة لتقييم موقع المدفن العام ولإختيار مواقع مستقبلية جديدة وتحديد مدى صلاحية أراضي المدينة المنورة لإقامة مدفن للنفايات الخطرة و إنتاج خريطة رقمية لأفضل مواقع الدفن الآمن بالإعتماد على مجموعة من المعايير المطورة بناء علـى مبـادئ اتفاقية بازل العالمية الخاصة بإختيار و تصميم و تشغيل مدافن النفايات الخطرة بالمناطق شديدة الجفاف.

و بإستخدام البيانات المتوفرة عن منطقة الدراسة و التقنيات المساعدة من أدوات كـنظم المعلومـات الجغرافية و الإستشعار عن بعد تم اشتقاق المعايير المطلوبة، وتحويلها إلى خرائط تمثل أهم المعايير الجيولوجية و الجيمورفولوجية و الإجتماعية و الإقتصادية والإعتبارات البيئية ومعايير القبول الجماهيري التي تمت معالجتها بإستخدام أدوات التحليل المكاني و الإحصائي لتصبح قاعدة معلومات رقمية أتاحت بناء نموذج كارتوغرافي للملاءمة، ولتحديد المواقع المثلى للدفن الآمن للنفايات الخطرة.

و قد تضمنت الدراسة خمسة فصول، اشتمل الفصل الأول منها على المقدمة، أما الفصل الثاني فقـد استعرض أدبيات الدراسة من حيث الإطار النظري و مراجعة الدراسات السابقة، في حين ركز الفصل الثالث على منهجية و إجراءات الدراسة، ويأتي الفصل الرابع ليقيم مدى ملاءمة الموقع الحالي لدفن النفايات، وتحديد أفضل المواقع لدفن الصحي للنفايات الخطرة، ويستعرض الفصل الخامس أهم النتائج الـتي توصـلت إليهـا الدراسة مع صياغة بعض التوصيات التي من شأنها رفع مستوى إدارة النفايات في المدينة المنورة.

و توصلت الدراسة إلى أن موقع الدفن الحالي ذو ملاءمة منخفضة فهو لم يحقق إلا معياراً واحداً مـن اشتراطات بازل وهو البعد عن المطار ولا يتوافق مع بقية معايير الدراسة،كما وجدت الدراسة أن ٢% فقـط من أراضي المدينة المنورة تعد مثلى لإقامة مدافن مستقبلية للنفايات الخطرة حسب بنود بازل العالمية، ومـن خلال النموذج الكارتوغرافي استخلصت الدراسة أفضل ثلاثة مواقع صالحة لإقامة مدفن آمن وصحي للنفايات الخطرة، تُمكّن الجهات المسئولة من صياغة ضوابط هندسية لها بما يؤهلها لعمليـات الـدفن دون الإضـرار بالنواحي البيئية و الطبيعية و البشرية في المنطقة.

الطالبة	المشرف على الرسالة	عميد كلية العلوم الإجتماعية
عهود عائض الرحيلي	أ_د خالد بن مسلم الحربي	د_محمد بن أحمد باصقر
التوقيع:	التوقيع:	التوقيع:

Abstract

The use of GIS in determining the most appropriate landfill sites in Madinah ALMonawarah

This Study aims at utilizing GIS techniques to assess the location of the public landfill sites and to suggest new and more suitable locations. Also the study tries to determine the viability of the soil of Al Madina area to accommodate landfill sites of hazardous wastes. It also runs after producing a digital map revealing the best and safe waste burial sites that conform with the principles of the Basel Convention regarding the choice, design and operation of public burial waste sites in the severe drought areas.

By using the available data obtained from the study area and the GIS and remote sensing tools and techniques, the required standards of the public burial sites are derived and converted into maps representing the most important criteria of geological, geomorphological , social, economic and environmental requirements and standards of public acceptance. These standards have been processed using the tools of spatial and statistical analyses which become the base for a digital information that allowed for building the suitable cartographic model, and for identify optimal locations suitable for safe landfill sites of hazardous wastes.

The study consists of five chapters, the first chapter is the introduction, the second chapter is allotted for theoretical framework and literature review of previous studies. Chapter three focuses on the methodology and procedures of the study followed by chapter four that discusses the assessment of the suitability of the current location of buried waste, and determines the best alternative sites to burry hazardous wastes. Chapter five, the final one, contains the study conclusion and recommendations suggested by the author in which she raised the point that it is crucial to raise the level of waste management in the city of Al Medina ALMonawarah

The study concludes that the current landfill sites are of low standards. Measured against the quality standards set by the study, the standard of the current burial sites conforms with only one standard which is that of the distance from the airport, but it violates all other Basel requirements and standards. The study also found that only 2% of the territory of the study area is optimal for the establishment of future landfill sites of hazardous waste that conform with the international terms of Basel convention. The cartographic study suggests three alternative sites seen as valid for a safe and healthy landfill sites of hazardous wastes. These suggestions are hoped to enable those in charge to formulate engineering controls, including burying without damaging environmental, natural and human resources in the area.

إهـــــــداء

إلى من حملت و تعبت و سهرت، وعانت لكي تراني في هذا المكان، إلى من كانت و مازالت بجانبي إلى منبع العطف و الحنان إلى رمز الأمومة و الكفاح، إلى من غمرتني بدعائها سراً و جهراً، إلى والدتي أدامها الله و أحسن عملها، أسال الله أن يلبسها ثوب الصحة والعافية و أن يطيل في عمرها ..

إلى من رباني صغيراً و عطف علي كبيراً، و أحسن تعليمي كثيراً، إلى من كان لي نعم الأب و نعم القدوة، إلى والدي العزيز أسال الله أن يتغمده بواسع رحمته ويسكنه فسيح جناته...

إلى زوجي .... ورفيق دربي الذي كان لي خير معين، و مشجعاً على بذل المزيد من الجهد، إلى زوجي الدكتور/ هاني عبد الله الرحيلي

إلى الزهور التي أستنشق عبيرها و أسعد دوماً برؤيتها إلى ابنيّ وسام و تميم جعلهما الله قرة عين لي و لوالدهما .

إلى هؤلاء أهدي ثمرة جهدي

شـــــكر و تقـــــديـــــر

الحمد لله حمداً يليق بجلاله وعظيم سلطانه ، فالحمد لله الذي هدانا للإسلام ووفقنا للخـــير و الصـــلاة والسلام على الهادي البشير و السراج المنير معلم الأمة سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد: فإن الشكر أولاً لله سبحانه وتعالى الذي وفقني وأعانني على إتمام هذه الدراسة فله الحمد و له الشـــكر، و يطيب لي بعد أن منّ الله عليّ ووفقني لذلك أن أتقدم بالشكر و التقدير لجامعة أم القرى علـــى إتاحـــة الفرصة لي لاستكمال دراستي العليا في رحابها، و أخص بالشكر و التقدير أستاذي الدكتور/ خالد بـــن مسلم الحربي لإشرافه على هذه الدراسة،حيث أكرمني بعطائه وسعة صدره وتوجيهاتـــه الســـديدة و ملاحظاته القيمة التي كان لها الأثر الكبير في إنجاز هذه الدراسة فقد كان نعم المرشد و الموجه فأســـأل الله أن يجزيه عني خير الجزاء، و الشكر والتقدير والإمتنان إلى الأستاذين الكريمين الدكتور/ بدر الـــدين يوسف و الدكتور/ جمعة محمد داوود، لتفضلهما مشكورين بمناقشة الرسالة والشكر والتقدير لجميـــع أعضاء هيئة التدريس بقسم الجغرافيا على ما قدموه من مساعدة ودعم وعون طيلـــة فتـــرة دراســـتي فجزاءهم الله خيراً وجعل ذلك في ميزان حسناقم. كما أتوجه بخالص الشـــكر للـــدكتور/ ســـليمان الرحيلي أستاذ التاريخ و الحضارة في جامعة طيبة على تزويده الباحثة ببعض الدراسات السابقة والتقارير المتعلقة بموضوع البحث. و الشكر موصول لمنسوبي هيئة المساحة الجيولوجية بجدة و أخـــص بالـــذكر سعادة المهندس/ محمد عمر المرابط و المهندس/ محمد الغامدي لما قدماه من تعاون كبير في الحصول على خرائط الدراسة و برامج خرائطية مفيدة، كما أشكر المهندس/ حبيب النخلي من وزارة المياه بالريـــاض على ما قدمه من تسهيلات للباحثة للحصول على بيانات آبار المياه في المدينة المنورة، والشـــكر لإدارة التنمية الإقليمية التابعة لأمانة المدينة المنورة ممثلة في المهندس/ محمد الوكيل الذي لم يتوانى في تقديم العون لي في الحصول على بيانات المخطط الإرشادي للمدينة المنورة. و أرى من الواجب علـــيّ أن أســـجل كلمة شكر و عرفان بالجميل لزوجي الدكتور / هاني عبدالله الرحيلي الذي رأى في نجاحي وتفـــوقي نجاح له فشجعني و آزرني و قاسمني الجهد والعناء لاستكمال هذه الدراسة،و لم يبخل عليّ بـــالمجهود و النصح والإرشاد و التوجيه.

وأخيراً فالشكر لكل من بذل معي جهداً ومـــنحني وقتـــاً، و التقـــدير لكـــل قلـــب أراد لي الخـــير و وهبني خالص الدعاء بالنجاح والتوفيق، فجزى الله الجميع خير الجزاء و أجزل لهم في الدارين كـــريم العطاء وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين وصلى الله وسلم على سيدنا محمد و على آله و صـــحبه أجمعين.

عهـــود بنت عائض الرحيلي

قائمة المحـــــتويـــــات

قائمة الجداول

قائمة الأشكـــــال

الفصل الأول: المقدمة

تمهيد

مشكلة الدراسة

أهمية الدراسة

أهداف الدراسة

تساؤلات الدراسة

فرضيات الدراسة

مصطلحات الدراسة

منطقة الدراسة

١_١ : تمهـــــيد

تزايدت النفايات كماً و نوعاً مع تطور استيطان الإنسان وتغير أنماط معيشته، حيث كانـــت تقتصر بداية على فضلاته وبقايا طعامه، و لم يكن يعاني من مشكلة التخلص منها فهي في معظمها مواد عضوية سريعة التحلل إضافة لنمط حياته القائم على التنقل و الترحال الذي ساعده على التخلص مـــن بقايا مخلفاته في الأماكن التي يهجرها. ومع استقرار الإنسان و انتشار مفهوم المدن بدأت المدن قاطبـــة تتنافس في نموها و تتطور سريعاً، بشكل زاد من المسؤولية الملقاة على عاتق المخططين و المعنيين بشؤون المدن لمتابعة نموها و رصد تغيرها و نمائها تفادياً لسلبيات النمو و التغيير.

لقد أدت زيادة سكان المدن، وارتفاع مستوى المعيشة، والتقدم الحضاري والتطور الصناعي والزراعي، وعدم إتباع الطرق الملائمة في جمع ونقل ومعالجة النفايات إلى ازدياد حجم النفايات غـــير العضوية وغير القابلة للتحلل أو إعادة الإستخدام، وبالتالي إدخـــال عناصر ملـــوثة للبيئة. لذا أصبحت إدارة النفايات من الأمور الحيوية للمحافظة على الصحـــة والسلامة العامـــــة في جميـــع دول العـــالم **)جبر و مفتي ، ٢٠٠١م ، ص٢(.**

و نظراً لتطور الأنشطة الصناعية فقد تضاعفت أضرارها و المشاكل الناجمة عنها، الـــتي مـــن أبرزها مشكلة النفايات الخطرة المصاحبة للنشاط الصناعي مما يستوجب عناية خاصة للتأكد من عزلهـــا عن التجمعات البشرية بطرق تمنع تلويثها للبيئة. وقد صُنفت هذه النفايات في بعض الـــدول المتقدمـــة صناعياً ضمن فئة النفايات الخاصة Special Waste أو النفايات الخطرة Hazardous Waste التي تتطلب تعاملاً خاصاً، و معالجة بيئية فائقة لتجنب مخاطر التلوث البيئي لإحتوائها على مواد ســـامة مثل الأحماض والكيماويات والمعادن الثقيلة مما يهدد صحة الإنسان و البيئة إذا ما تسرب شـــيٌْ منـــها **)www.ouruba.alwehde.gov.sy(.** لذلك قامت بعض هذه الدول بإعداد المرافـــق الفنيـــة و الصحية المخصصة لنقل و تخزين و معالجة و ردم النفايات بحيث تكون قادرة على استيعاب الزيـــادة في حجم النفايات في السنوات القادمة، إضافة إلى سعي العديد من الدول المتقدمة صناعية لسنّ تنظيمات و تشريعات جدية تحكم النفايات الخطرة، و تضمن التخلص منها بطريقة ســـليمة بيئيـــاً، بعيـــداً عـــن الممارسات المجردة من الأخلاقيات التي كانت تمارسها بعض دول المصدر وخاصة الدول الصناعية بإبعاد هذه النفايات عن مجتمعاتها لحماية الصحة البشرية والبيئة بصفة عامة، ونقلها خارج حدودها وطمرهـــا في أراضي الدول النامية سواء بطريقة شرعية أو غير شرعية. أما الدول التي لم تستطع تصدير نفاياتهـــا فقد لجأت للطرق القديمة لدفن النفايات في البحار خاصة الدول الســـاحلية ، أو في حفـــر مفتوحـــة **)www.beeaty.tv/new(**.

أضحت النفايات الخطرة مشكلة عالمية لا تخص بلداً بعينه دون أخر، بل إن ما يحدث في بلد قد تمتد تبعاته إلى بلد أخر. وفي هذا الإطار، عُقدت المؤتمرات، ووُقعت الإتفاقيات للحد من مخاطر النفايات الخاصة والخطرة. وعمدت الدول إلى حث العلماء والخبراء والسياسيين والفنيين لدراسة موضـــوعها، و وضع المقترحات اللازمة للتخلص منها. وقد تمخض عن تلك المؤتمرات استحداث اتفاقية بازل بشـــأن التحكم في نقل النفايات الخطرة، والتخلص منها عبر الحدود وهي اتفاقية عالمية تتحكم في نقل النفايات الخطرة عبر الحدود، حيث دعى المجلس الحاكم لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) إلى عقد مـــؤتمر دولي لبحث موضوع التخلص من النفايات الخطرة، وبالفعل فقد تم عقد مؤتمر برعاية الأمم المتحدة في مدينة بازل في آذار عام ١٩٨٩م تمخض عنه توقيع اتفاقية دولية سميت اتفاقية بازل. وقد دخلت هـــذه الاتفاقية حيز التطبيق في ١٩٩٢/٥/٥م. وهي تعد أشمل إتفاق بيئي عالمي بشأن النفايـــات الخطـــرة و غيرها من النفايات، التي دخلت حيز التنفيذ في ١٩٩٢/٥/٥م وانضمت إليها المملكة العربية الســـعودية في٧ مارس ١٩٩٠م **(www.chem.unep)** .

وعرفت اتفاقية بازل النفايات الخطرة بأنها " النفايات التي بحكم ظروف الاستخدام أو الكمية أو التركيز أو الخواص الذاتية الفيزيائية أو الكيميائية أو المعدية قد تتسبب في اعتلال الصـــحة أو زيـــادة معدل الوفيات سواء للإنسان أو النبات أو الحيوان، وقد تؤثر سلباً على البيئة في حالـــة معالجتـــها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منها بشكل غير مناسب" **(www.chem.unep)**. وبناء على ما ســـبق، فإن النفايات الخطرة التي لا يتم تخزينها و التخلص منها بالشكل المناسب قد تُسبب تسمماً أو حروقاً أو مشاكل صحية مزمنة أو تكون لها أثار طويلة الأجل مثل حدوث الأمراض الســـرطانية أو الأمـــراض القاتلة، لذلك يجب مراقبة النفايات الخطرة و التحكم بها منذ لحظة نشأتها و تولدها حتى التخلص منها نهائياً.

ويتطلب التحكم بالنفايات الخطرة بالشكل المناسب خطة شاملة تخرج بمعطيات تنعكس أثارها الإيجابية على البيئة، ولعل الحد من ظهور النفايات الصناعية كملوثات للبيئة عند المنبع بخفض ما يتولـــد مـــن عمليات التصنيع و الإنتاج هو أجدر الحلول و أسلمها، إلا أن هذا الحل لا يزال يفتقر إلى التجربـــة و الجدية في التطبيق **(www.alhadeeqa.com /vb/showthread)**.

و يتم التخلص من الجزء الأكبر من النفايات الخطرة في الوقت الحاضر بطريقة الدفن الصحي، فهو الأسلوب الأساسي المستخدم في أغلب الدول العربية و الخليجية، و لا يوجد أي شكل من أشكال التخلص من النفايات يمكنه الإستغناء عن الدفن الصحي، وغالباً ما تساعد وسيلة من وسائل الـــتخلص من النفايات كالإستفادة من بعض النفايات في التقليل من حجم النفايات التي يتم التخلص منها حيث يوجد بقايا تنتج عن جميع أنواع المعالجة **(النعيم، ٢٠٠٠م،ص٢)**.

وتعد عملية اختيار موقع آمن لدفن النفايات بصفة عامة، والنفايات الخطرة بصفة خاصة أمـــراً في غاية التعقيد، وتخضع للعديد من الإعتبارات والمعايير، وتحتاج إلى دراســـات متعمقـــة للخـــرائط والبيانات، وتفعيل للبرامج الحاسوبية المتخصصة بغية التحكم في التنوع المعلوماتي والخرائطي النوعي أو الكمي. و من هذا المنطلق ، يأتي استخدام نظم المعلومات الجغرافية **Geographic Information Systems(GIS)** كأداة مكانية تحليلية للتعامل مع المعلومات والبيانات الجغرافيـــة الـــتي يحتاجهـــا المخططون، وصانعوا القرار في المدن عند اختيار موقع صحي لدفن النفايات. مـــع الاســـتفادة مـــن البيانات الرقمية للأقمار الاصطناعية ذات التمييز المكاني العالي مما يجعلها مصدراً معلوماتياً ناجحـــاً في عمليات الرصد والمراقبة وتوقع التغير في مواقع الدفن الآمن .

فمنذ ظهور نظم المعلومات الجغرافية في عقد الستينات من القرن العشرين تعددت تطبيقاتهـــا ومجالات استخدامها، ولعل أكبر استخدام لنظم المعلومات الجغرافية هو مجال دراســـة ســـطح الأرض وخاصة ما يتعلق باستخدامات الأرض **Land Uses** . ثم تأتي في المرتبة الثانية مجال الخدمات العامة **Utilities** من ماء وكهرباء وغاز وغيرها. أما استخدامها في مجالات علوم الأرض **Geosciences** فتأتي في المرتبة الثالثة. وتأتي المجالات الحيوية **Biological Use** في المرتبة الرابعة من خلال دراســـة البيئة والتلوث والصحة العامة والزراعة وإدارة النفايات ورصد الكوارث، إضافة إلى تعدد اســـتخدام النظـــام في مجـــالات الأعمـــال والتجـــارة والســـكان وإدارة الـــبنى التحتيـــة للمـــدن **(الدويكات ،٢٠٠٣م، ص٢١-ص٣١)** .

وقد استعانت الدراسات البيئية كثيراً بتقنية نظم المعلومات الجغرافية خاصة فيما يتعلق بتقيـــيم الخطر البيئي ورصد أثار التلوث، وإدارة المصادر المائية، و إدارة مرافق المياه العامة، وإدارة الكـــوارث البيئية، و إيجاد العلاقة بين القرب من مصادر التلوث المختلفة وانتشار بعض الأمـــراض، وكـــذلك في إدارة النفايات وتحديد مواقع التخلص منها.

تلعب نظم المعلومات الجغرافية دوراً كبيراً في عملية إدارة النفايات بمختلف أشكالها وذلك لأن جوانب عديدة من عمليات التخطيط والإدارة السليمة للنفايات تعتمد على المعطيات المكانية، ومن أبرز ما يميز هذا النظام قدرته الفائقة على تخزين هيئات مختلفة و ضخمة من البيانات و المعلومات المكانية و الوصفية و معالجتها بسرعة وبدقة مما يسهل تحليل ومقارنة مختلف البدائل، و إعطاء تصور لعمليات جمع وإزالة النفايات، وتحديد أفضل المواقع لإنشاء مدافن مستقبلية للنفايات ومراقبتها، إضافة لتحديد محطات الترحيل وتخطيط الطرق التي ستسلكها الشاحنات لنقل النفايات إلى المدافن المخصصة، فالنظـــام لـــيس مجرد وسيلة توفر الوقت والجهد بل يقوم أيضاً بتأمين الخرائط الجغرافية فهو بنك معلوماتي رقمي للمراقبة والتخطيط المستقبلي لمشكلة النفايات بصفة عامة **(رحمة،٢٠٠١م،ص١)**. ويستطيع نظام المعلومـــات

الجغرافي إيجاد المواقع الملائمة التي تحقق المعايير المطلوبة في يسر وسهولة بواسطة مجموعة كبيرة من الخرائط مختلفة المساقط و المقاييس، و المجالات و التخصصات، وربط جميع العوامل بإستخدام خاصية المطابقة أو إسقاط الخرائط على بعضها البعض، و الحصول على معلومات و خرائط جديدة مشتقة من الخرائط الأساسية **(كبارة، ١٤١٨هـ،ص١٢-ص١٦)**.كما يسمح النظام بدمج شريحة واسعة من الرسوم و الصور الجوية و مرئيات الأقمار الصناعية و معالجتها بواسطة مزيج من أدوات التحليل المكاني واشتقاق وتحديث البيانات مما يجعل العلاقات المكانية بين مجموعات البيانات و المعلومات المختلفة سهلة الفهم وذات ترابط منطقي منظم يساهم في اتخاذ القرار الأفضل.

لقد استطاعت تقنية نظم المعلومات الجغرافية **GIS** بما تملكه من وظائف أن تذلل الكثير من الصعوبات والعقبات أمام الجغرافي، فكانت العون والأداة التي استطاع بها أن يساهم في هندسة المكان وصناعة القرار. حيث تعد أحد المنجزات المهمة التي استطاع الإنسان أن يوظفها لإنجاز الكثير من المهام اليومية التي يحتاج إليها، مما جعلها تحتل مكانة خاصة في مجال تكنولوجيا الحاسب الآلي المعاصر، خاصة الجوانب التطبيقية منها. وتزايدت تلك المكانة عاماً بعد أخر لحاجة المخططين الملحة للسيطرة على المعلومات المكانية وكل ما يتعلق بها، فكان النظام بأدواته أنسب الطرق للقيام بذلك.

ونتيجة التطور الصناعي وتنوعه في المملكة العربية السعودية، استثمرت العديد من المواد الخام مما نجم عنه ازدياداً متنامياً من النفايات، مع اختلاف طبيعية مكوناتها وتركيبها. وبالرغم من الإتجاه نحو إعادة استخدام عملية التدوير للنفايات، إلا أنها مازالت في بداياتها، ومازال الفائض من النفايات كبيراً، حيث يقع عبء تجميعه والتخلص منه على عاتق البلديات **(السري ،١٩٩٩م ، ص٧١)**. وقد عمدت معظم هذه البلديات إلى استخدام أسلوب الرمي و الدفن أو ما يعرف بالمدافن الصحية أو الآمنة كتقنية متبعة في معظم دول العالم، للمحافظة قدر الإمكان على سلامة البيئة.

لقد أنشأت أمانة منطقة المدينة المنورة مردماً أو مدفناً للنفايات الصناعية في ١٤٠٧هـ بالقرب من منطقة **حمراء الأسد** على طريق ينبع – المدينة السريع، وتحديداً خلف منطقة أبار علي (٣٠) كيلومتر تقريباً عن مركز المدينة المنورة الآن و في اتجاه جنوب غربي **(www.aleqt.com)**. وكانت المنطقة شبه خالية من السكان آنذاك بخلاف الوضع الحالي، وبتأثير التوسع العمراني أصبح موقع المردم مجاور للمناطق السكنية، مما يجعل استمرار تشغيله في الوقت الراهن أمراً في غاية الخطورة، حيث تشير الدراسات التي أُجريت على مرمى النفايات و منطقة حمراء الأسد من واقع التحاليل البيئية التي تمت في عدة أماكن إلى أن هناك تلوثاً ناتجاً عن التخلص الخاطئ من مياه الصرف الصناعي على مدار السنين، إضافة لوجود نسب مرتفعة جداً من المعادن الثقيلة السامة في عينات المياه و التربة و الخضروات المجمعة من مزارع المنطقة، وارتفاع في نسبة الملوحة في الآبار والتربة. مما دفع أهالي المنطقة لتقديم تظلم

ورفع شكوى مطالبين بتعويضات مالية، وبإغلاق المرمى ونقله عن موقعه الحالي جراء ما لحق بهم من أضرار .

و كانت جامعة طيبة سباقة في دراسة مشكلة التلوث البيئي و تحديد مستويات التلوث بالمنطقة واقترحت عدداً من الحلول العملية التطبيقية من واقع نتائج الدراسات البيئية و خبرة أعضاء هيئة التدريس ومن أهمها : القيام بتنفيذ خطة عاجلة مقترحة للحد من التدهور البيئي بمنطقة حمراء الأسد ومرمى النفايات تشمل فتح المرمى أمام شاحنات الصرف الصناعي بأنواعه ليظل الوضع تحت السيطرة و حصر التلوث بما يمّكن من التحكم به وعلاجه على مراحل حيث لا يوجد حل بديل للتخلص من مياه الصرف حالياً، إضافة لتخصيص أحواض جديدة مؤهلة وإنشاء مدفن آمن وفقاً لمعايير و مقاييس التخلص النهائي الآمن من النفايات الصناعية الخطرة (**www.jonina.net**)،خاصة و أن المرمى الحالي قد أسس دون تخطيط مسبق، ويفتقر إلى المواصفات الهندسية، مما يستدعي إعادة تقويم موقعه وفق اعتبارات ومعايير اتفاقية بازل. لذلك اعتمدت الدراسة الحالية على التقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقييم الموقع الحالي للنفايات في المدينة المنورة، ولتحديد مواقع أخرى ملاءمة للدفن الآمن للنفايات الخطرة وفق المعايير المستخلصة من اتفاقية بازل التي تتناسب وظروف منطقة الدراسة.

١_٢: مشكلة الدراسة

تأتي هذه الدراسة لتقويم المدفن الحالي، ولتحديد مواقع بديلة لدفن النفايات عن الموقع الحالي في المدينة المنورة. وتعتمد عملية اختيار المواقع على مجموعة الإشتراطات والإعتبارات الدولية وبخاصة مجموعة معايير اتفاقية بازل الجيولوجية والجيموفورولوجية و البيئية و الإقتصادية و الإجتماعية، إضافة إلى معايير القبول الجماهيري المختارة بما يتناسب وظروف منطقة الدراسة بإستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة.

كان اختيار منطقة حمراء الأسد لإقامة مرمى ومدفن للنفايات بإختلاف أنواعها وطبيعة مكوناتها، التي كانت شبه خالية من السكان والمساكن آنذاك اختيار غير صحيح. وبسبب تزايد السكان في المدينة المنورة وما يرتبط بذلك من تنامي حجم النفايات، إضافة إلى تغير استعمالات الأرض بها، جعل المدفن الحالي مجاوراً للكتلة العمرانية ومحاطاً بالأحياء السكنية. ونتيجة للوضع السابق، تعرض سكان المنطقة للإصابة بحساسية الصدر والجلد وأمراض الربو، وحدوث تشوه للأجنة جراء التلوث الصناعي من مخلفات المصانع، مما دفع سكان المنطقة للمطالبة بتعويضات مالية و إيقاف العمل في المرمى.

١_٣ : أهمية الدراسة

تنبع أهمية الدراسة من المنطلقات التالية :

١. أهمية منطقة المدينة المنورة موضع الدراسة، فهي محط أنظار المسلمين، لذا كان من الأهمية بمكان دراسة أنواع التلوث البيئي، كتلوث الهواء والماء والتربة، إضافة إلى انتشار مكبات النفايات المكشوفة في مواقع واضحة وحساسة عند المداخل الرئيسية للمدينة بهدف تهيئة البيئة الصالحة لسكان المدينة و القادمين إليها.

٢. الحاجة إلى تقويم موقع مدفن النفايات الحالي الواقع على طريق المدينة ينبع السريع بالقرب من منطقة حمراء الأسد.

٣. إمكانية الدراسة التطبيقية التحليلية لإختيار مواقع لدفن النفايات باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة و المتمثلة في بيانات الأقمار الاصطناعية ونظم المعلومات الجغرافية.

١_٤ : أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأتي:

١ -تحديد درجة ملاءمة الموقع الحالي لدفن النفايات وفق معايير اتفاقية بازل .

٢ -معرفة مدى توافر الأراضي الصالحة لإنشاء و إقامة مدافن جديدة في المدينة المنورة لسنوات القادمة.

٣ -بناء قاعدة بيانات تحتوي على متغيرات الدراسة الخاصة بمنطقة المدينة المنورة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

٤ -بناء نموذج كارتوغرافي بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ومعايير اتفاقية بازل لتحديد المواقع المناسبة للدفن الآمن للنفايات الخطرة بالمدينة المنورة.

٥ -إنتاج خريطة رقمية للمدينة المنورة توضح أفضل المواقع للدفن الآمن للنفايات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

١_٥: تساؤلات الدراسة

تحاول الدراسة الإجابة على الأسئلة التالية:

١- هل الموقع الحالي لدفن النفايات على طريق ينبع – المدينة السريع يحقق المعايير و الاشتراطات العالمية؟

٢- ماهي نسبة الأراضي الصالحة لإنشاء وإقامة مدافن جديدة حسب معايير بازل في المدينة المنورة للسنوات القادمة ؟

٣- ما هي المواقع المُثلى لدفن الآمن للنفايات في المدينة المنورة التي تتوافق مع الاشتراطات والمعايير العالمية ؟

٤- هل يمكن الخروج بخريطة رقمية توضح أفضل المواقع للدفن الآمن للنفايات الخطرة في المدينة المنورة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ؟

١_٦: فرضيات الدراسة

حددت الباحثة إطار الدراسة بمجموعة من الفرضيات التي تعين على تحديد محتوى الدراسة وحل المشكلة وهي :

١ -لا يتوافق موقع دفن النفايات الحالي على طريق ينبع - المدينة مع معايير واشتراطات اتفاقية بازل؟

٢ -يمكن إيجاد مواقع بديلة ومناسبة للدفن الآمن للنفايات بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

٣ -توجد العديد من الأماكن ذات المساحات المناسبة لإنشاء مدفن لنفايات الخطرة في المدينة المنورة.

٤ -يمكن الخروج بخريطة رقمية توضح أفضل المواقع للدفن الآمن للنفايات الخطرة في المدينة المنورة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

١_٧ : مصطلحات الدراسة

١- النفاية **The Waste**

تُعرف منظمة الصحة العالمية النفاية **The Waste**: " بأنها بعض الأشياء التي أصبح صاحبها لا يريدها في مكان ما و وقت ما، والتي أصبحت ليست لها أهمية أو قيمة " . والنفايات عموماً عبارة عن مواد صلبة أو سائلة أو غازية ناتجة عن عمليات التصنيع و الاستهلاك المترلي، و يجب التخلص منها بطريقة سليمة طبقاً لأحكام القانون الوطني والدولي.

٢- النفايات الخطرة **Hazardous Wastes**

و تُعرفها اتفاقية بازل على أنها: النفايات التي بحكم ظروف الإستخدام أو الكمية أو التركيز أو الخواص الذاتية الفيزيائية أو الكيميائية أو المعدية قد تسبب اعتلال الصحة أو زيادة معدل الوفيات سواء للإنسان أو النبات أو الحيوان، وقد تؤثر سلباً على البيئة في حالة معالجتها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منها بشكل غير مناسب.

كما يعرفها البنك الدولي: بأنها النفايات غير المشعة والتي لها نشاط كيماوي أو سامة أو قابلـــة للإنفجار أو ذات خواص تسبب مخاطر للبيئة أو مخاطر صحية للإنسان سواء بمفردها أو عند ملامستها لنفايات أخرى، عند إنتاجها أو نقلها أو التخلص منها.

٣- الدفن الصحي **landfill**

وتعرفه وزارة الشئون البلدية والقروية بالمملكة العربية السعودية بأنه: مشروع إنشائي يتم تحديد موقعه بإعتماد معايير محددة، حسب تصميم هندسي و مخططات ومواصفات مفصلة، ويـــتم تشـــغيله وإغلاقه وفق خطة محددة، كما يوضع غرض الاستخدام بعـــد قفلـــه في الإعتبـــار عنـــد التصـــميم فهو مرفق هندسي بالدرجة الأولى يتميز بالقدرة على التخلص من النفايات ومنع إطلاق الملوثات الناجمة عن تعفن النفايات للبيئة المحيطة

١_٨ : التعريف بمنطقة الدراسة

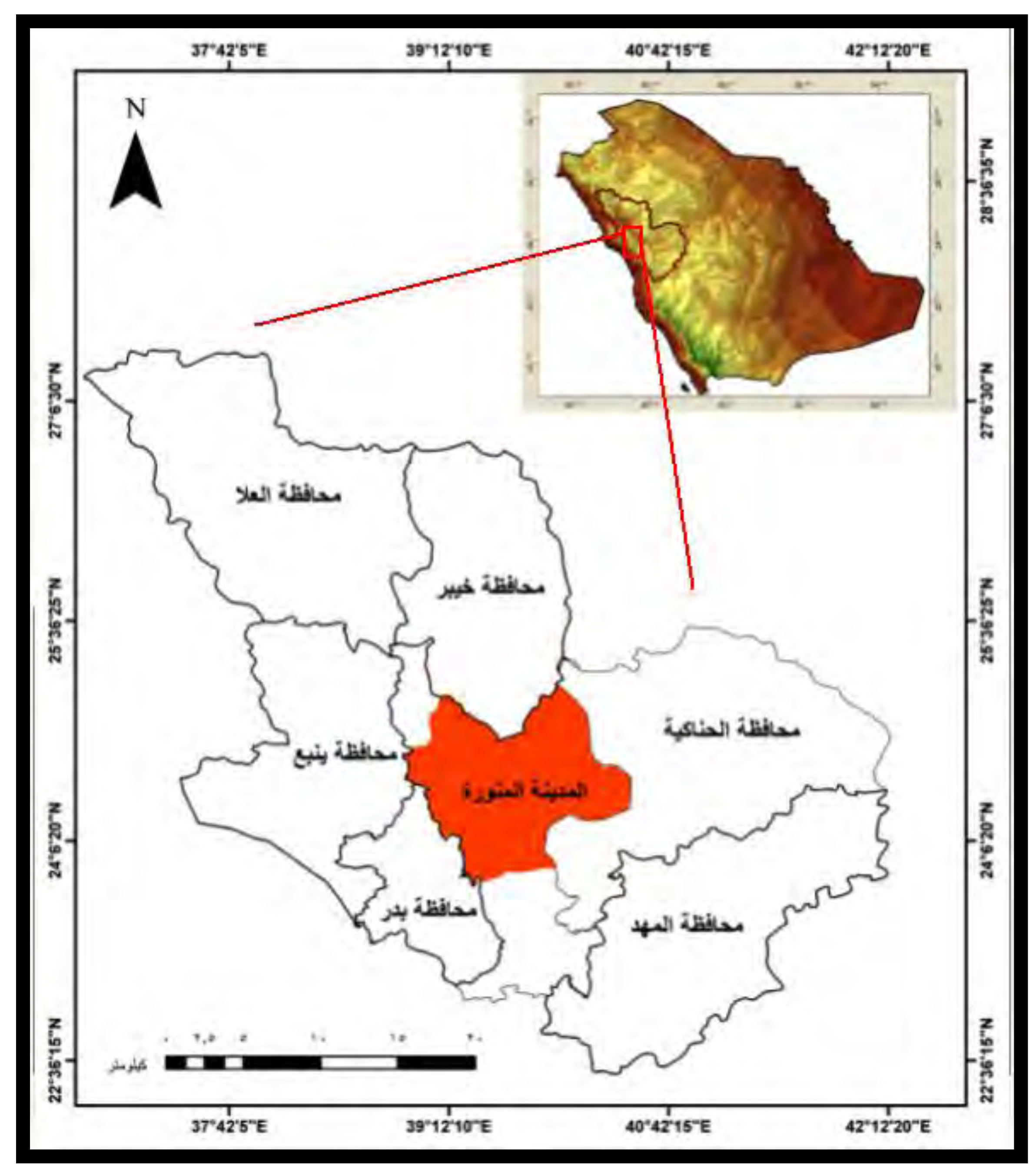
تحظى المدينة المنورة بمكانة عظيمة عند المسلمين كونها يثرب وطيبة وطابة التي استقبلت الرسول الكريم محمد بن عبد الله صلى الله عليه وسلم وأصحابه المهاجرين. وللمدينة المنورة موقع فريـــد يلقـــي بتأثيراته على مفردات المكان الجغرافية، من حيث امتدادها فلكياً بـــين خطـــي عـــرض ٠٠، ْ٢٤ و َ٠٠، ْ٢٥ شمالاً و خطي طول َْ٠٠،٣٩ و َ٣٠ ،ْ٤٠ شرقاً ، بشكل يجعلها تتوسط العالم الإســـلامي أولاً، والإقليم الغـــربي من المملكة العربية السعودية ثانياً .

ومن الناحية الإدارية تأخذ منطقة المدينة المنورة شكلاً شريطياً طولياً بارتفاع يتـــراوح مـــابين ٦٠٠ إلى ٦٤٠ متر تقريباً فوق مستوى سطح البحر. وتتوسط المدينة المنورة محافظتها الست. محافظـــة خيبر والعلا شمالاً ، ومحافظة المهد في الركن الجنوبي الغربي، ومحافظة الحناكية شرقاً، ومحافظة ينبع وبدر غرباً **(**شكل رقم ١**)** .

وتقع المدينة المنورة في الجزء الشمالي من الدرع العربي، وتتميز بانتشار الصخور البازلتيـــة ذات اللون القاتم والمتكونة نتيجة اندفاع الحمم البركانية من باطن الأرض إلى السطح، التي يطلق عليها محلياً بالحرات، ومن أهمها حرة واقم (الحرة الشرقية) من الشرق، وحرة الوبرة (الحرة الغربية) من الغـــرب التي تمتد حتى تصل إلى شرق جبل عير وهي أقل وعورةً من حرة واقم، وتربط بين الحرتين الســـابقتين الحرة الجنوبية بامتداد صوب جنوب المدينة المنورة. وبذلك تحيط الحرات البركانية بأرض المدينة المنورة من كل الاتجاهات، عدا الجهة الشمالية الغربية و الجهة الجنوبية الغربية **(الهلال ،١٤٢٧هـ ، ص١٣٧).**

شكل رقم (١)

مـــــوقع المدينة المنورة بالنسبة لمنطقة المدينة المنورة الإدارية



المصدر : الباحثة بناء على الخريطة الإدارية الرقمية لمنطقة المدينة المنورة) هيئة المساحة الجيولوجية،١٤٢٩هـ(

وهـــي تعـــد أحيانـــاً مـــن المرتفعـــات الجبليـــة الـــتي تحـــيط أو تفتـــرش أرض طيبـــة الطيبـــة **)الوليعي ، ١٤١٦هـــ ، ص١٥٠(.**

وبصفة عامة يتكون سطح المدينة المنورة من أربع مجموعات صخرية رئيسية مختلفة مـــن حيـــث تراكيبها و خصائصها والتي يمكن تصنيفها كما تظهر في)شكل رقم ٢(على النحو الأتي :

١- صخور القاعدة القديمة (ما قبل الكامبري) وتتكون من صخور بركانية قاعدية مثل الأنـــديزيت والصخور الحامضية مثل الريوليت و صخور رسوبية فتاتية متنوعة .

٢- صخور المحقونات الجوفية وتتكون من حمم مصهورة تداخلت ضمن ضخور القشـــرة الأرضـــية ثم تجمدت مكونة صخوراً نارية جوفية ، مثل الجرانوديوريت و الجرانيت و الديوريت و الجابرو.

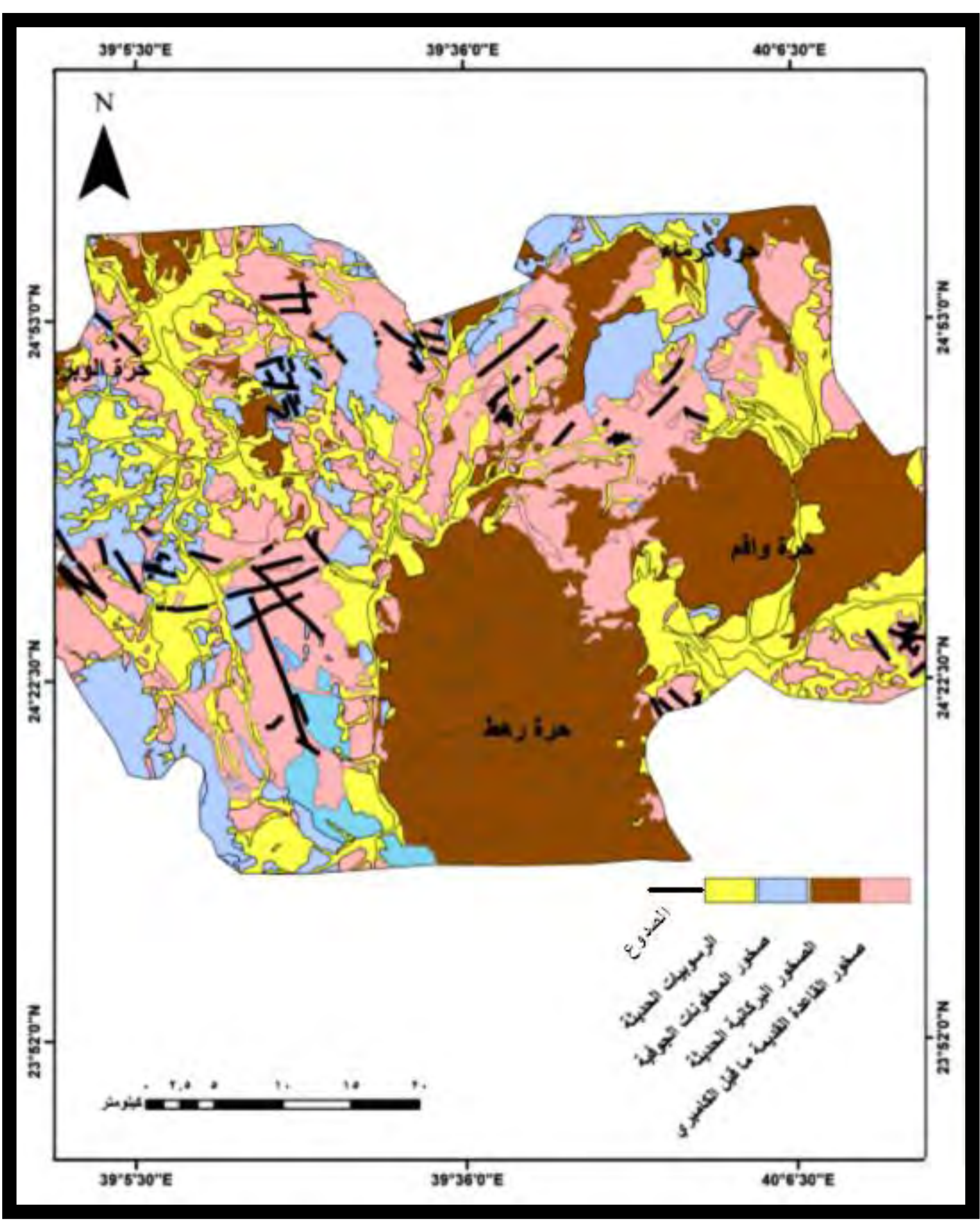
٣- الصخور البركانية الحديثة (الحرات) وتتكون صخورها بشكل أساسي من البازلت و الأنديزيت وتعتبر الأكثر انتشاراً حول المدينة المنورة .

٤- رسوبيات العصر الحديث التي نشأت من تراكم مواد أزيلت أساساً من الصخور النارية و البركانية القديمة بواسطة عمليات الحت و التعرية المختلفة ثم ترسبت في المناطق المنخفضـــة و مجـــاري الوديـــان **)الهلال، ١٤٢٧هـــ، ص ١٣٩- ص١٤٧، هيئة المساحة الجيولوجية،١٩٨١م(.**

وتقع المدينة المنورة في قلب منطقة حوضية نتجت عن التصريف المائي والتعرية لوادي (العقيق — الحمض) قبل وبعد آخر المسكوبات البركانية الحديثة في المنطقة. ويمكن تقسيم حوض المدينة المنورة إلى قاعدة الحوض المنخفضة في الوسط، والجوانب التي ترتفع بإتجاه الأطراف ، كما يتكون حوض المدينـــة من اجتماع خمسة أحواض فرعية متمثلة في حوض قاع الحماط في أقصى الجنـــوب ، وحـــوض وادي العقيق وبطحان إلى الشمال من حوض قاع الحماط، وحوض واديي قناة والنقمي شمال المدينة المنـــورة، وحوض واديي ملال وبواط في القطاع الغربي من حوض المدينة المنورة ، وفي الركن الشـــمالي يوجـــد حوض وادي الفرشة أو ما يعرف بوادي التمة **)الشريف، ١٤١٩هـــ، ص٣٢-٤٣(**. وتمتد سهول المدينة المنورة في بطون وضفاف تلك الأودية بشكل طولي أو عرضي. كما تجاور الســـهول الداخليـــة بعض الهضاب وأهمها هضبة الحجاز التي تمتد بين دائرتي عرض ˚٢٢و ˚٢٧ شمالاً وتخترقها مجموعة مـــن الأودية مثل أودية الحمض والنقمي، التي يقوم فيها العديد من المراكـــز العمرانية .إضافـــــة إلى وادي رنوناء ، مذينيب ، ومهزوز التي تنبع من الحرتين الشرقية والجنوبية أو من الجبال المحيطة بهما ، وتلتقـــي جميعها في وادي بطحان في جنوب المدينة الذي يخترقها من جنوبها إلى شمالها. أما من الجهـــة الغربيـــة فيوجد وادي العقيق، كما يجري وادي قناة في الشمال الغربي من المدينة المنورة . ليلتقي هذان الواديان مع وادي بطحان مشكلة وادي الحمض شمال قرية العيون **)الفوزان، ١٤١٩هـــ، ص٢٩٣(.**

شكل رقم (٢)

المجموعات الصخرية للمدينة المنورة



المصدر : الباحثة بالإعتماد على الخريطة الجيولوجية لمربع المدينة (لوحة ٢٤د) هيئة المساحة الجيولوجية و (الهلال ،١٤٢٧هـ، ص١٥٣)

وتمتد جبال الحجاز في المدينة المنورة من الشمال إلى الجنوب، والتي تظهر إما على شكل كتـــل جبلية منعزلة أو على شكل سلاسل متوازية. و هناك العديد من قمم الجبال تســتغل الآن في الســياحة الداخلية، حيث أنها مناطق واعدة تنتظر الإستثمارات المناسبة لتطوير الخدمات بها لتكون أيضاً مناســبة للجذب السياحي الإقليمي و الوطني **)مكي، ١٤٢٩هـ، ص ٢٠-٢٢(** .

وارتبط بعض المرتفعات الجبلية بأحداث تاريخية كجبل أحد القابع في الشمال بارتفاع ١٠٧٠م، و جبل عير الذي يتوضع في الجنوب بارتفاع ١٠٢٤م وممتداً لمسافة ٤كيلومتر بمتوســط عــرض ٧٠م **)رجب، ١٩٧٩م، ص٥٧(**، وجبل سلع (٦٩٥م) الذي يقع على بعد أقل من ١٠٠٠متر شمال غرب المسجد النبوي ، إضافة إلى جبال الأجرد ، وعوف ، ورقان، و جبل ثور **)**شكل رقم ٣**(**.

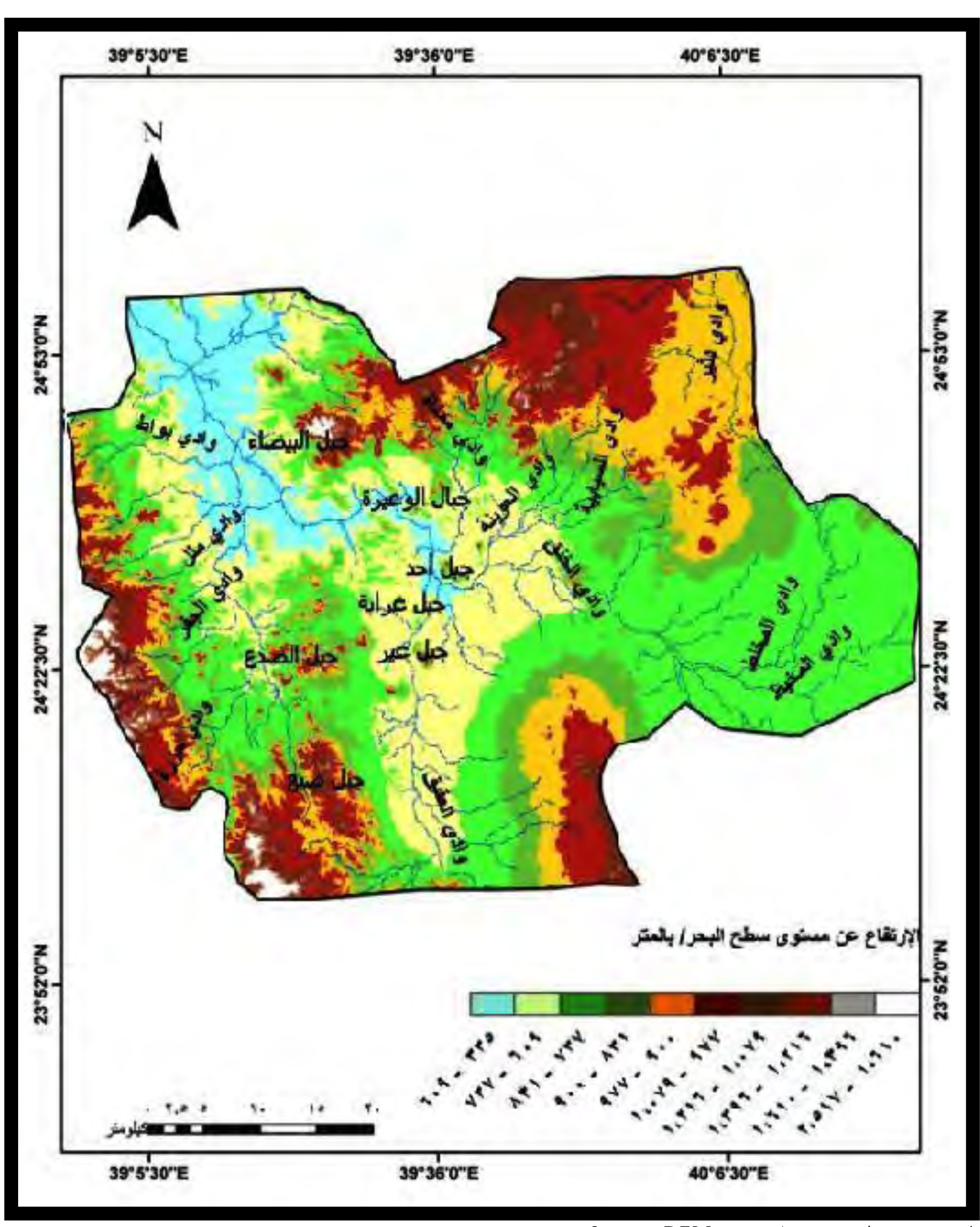
وتعد المدينة المنورة إحدى مناطق النطاق المداري الجاف، فهي ذات صيــف حار، حيث يصل متوسط درجة الحرارة العظمى إلى (٤٢،٧مْ)، ومتوسط الحرارة الصغرى إلى (٢٨،٧مْ). و يتأرجح شتاء المدينة المنورة بين البرودة الشديدة والدفء لكثرة المنخفضات الجوية التي تحدث في أشهر هذا الفصــل وما يصاحبها من تغيرات حرارية، بمتوسط حرارة عظمــى يصــل إلى (٢٥،٢مْ) وحــرارة صــغرى (١٢،٧مْ) في معظم الأيام. في حين تعتدل الأجواء بها في الخريف والربيع . وتتراوح المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة بين (١٧،٦ مْ) لأبرد شهور السنة (ينــاير) و (٣٦،٦مْ) لأشــدها حــرارة شــهر أغسطس**)**جدول رقم١ **و** شكل رقم ٤**(** .

كما يلقي موقع المدينة المنورة الفلكي بتأثيراته كذلك على الرطوبة النسبية التي يمكن وصفها بأنها منخفضة في معظم الأوقات، فالمعدل السنوي العام يصل إلى (٢٣ %) ، حيث تسجل شهور الشــتاء أعلى القيم بمعدل (٣٨%)، بينما تسجل شهور فصل الصيف أقل القيم بمعدل (١٤%) ويرجع السبب في ذلك إلى بعدها عن تأثير المسطحات المائية **)**شكل رقم ٥**(**. ويتضح من مقارنة مــنحنى الحــرارة و الرطوبة النسبية أن شهور فصل الشتاء تسجل أعلى القيم بينما تسجل شهور الصيف أدنى القيم حيــث ترتبط الرطوبة النسبية ارتباطاً عكسياً مع الحرارة.

وبصفة عامة تتميز المدينة المنورة كغيرها من أجزاء الصحاري الجافة ومعظم مناطق المملكة العربية السعودية إلى الجفاف وقلة الأمطار وتذبذبها فقد وصــل المعــدل السنوي للأمطار التي رصدتها محطــة المدينة المنورة في الفتــرة مابين (١٩٧٠م- ٢٠٠٨م) إلى (٥٨,٤ملم) . ويعتبر فصل الربيــع أكثــر الفصول مطراً بكمية تصل إلى (٢٦ملم). أي ما يعادل (٤٤%)،وتقل الأمطار صيفاً حيث لا تتجاوز (٦%) من إجمالي كمية الأمطار الساقطة على أراضي طيبة الطيبة **)**جدول رقم ٢**(.** ويرجــع تركــز معظم الأمطار في فصل الربيع لتضافر حدوث الأمطار الإعصارية الناتجة عن مرور المنخفضات الجويــة المتوسطية مع الأمطار التصاعدية الناتجة عن التسخين الشديد **) طلبة،١٤٢٣هـ،ص١٠٦(**.

شكل رقم (٣)

تضاريس المدينة المنورة



المصدر: إعداد الباحثة بناء على بيانات DEM (Aster)

جدول رقم (١)

المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة (م) والرطوبة النسبية (%) للفترة ١٩٧٠-٢٠٠٨م

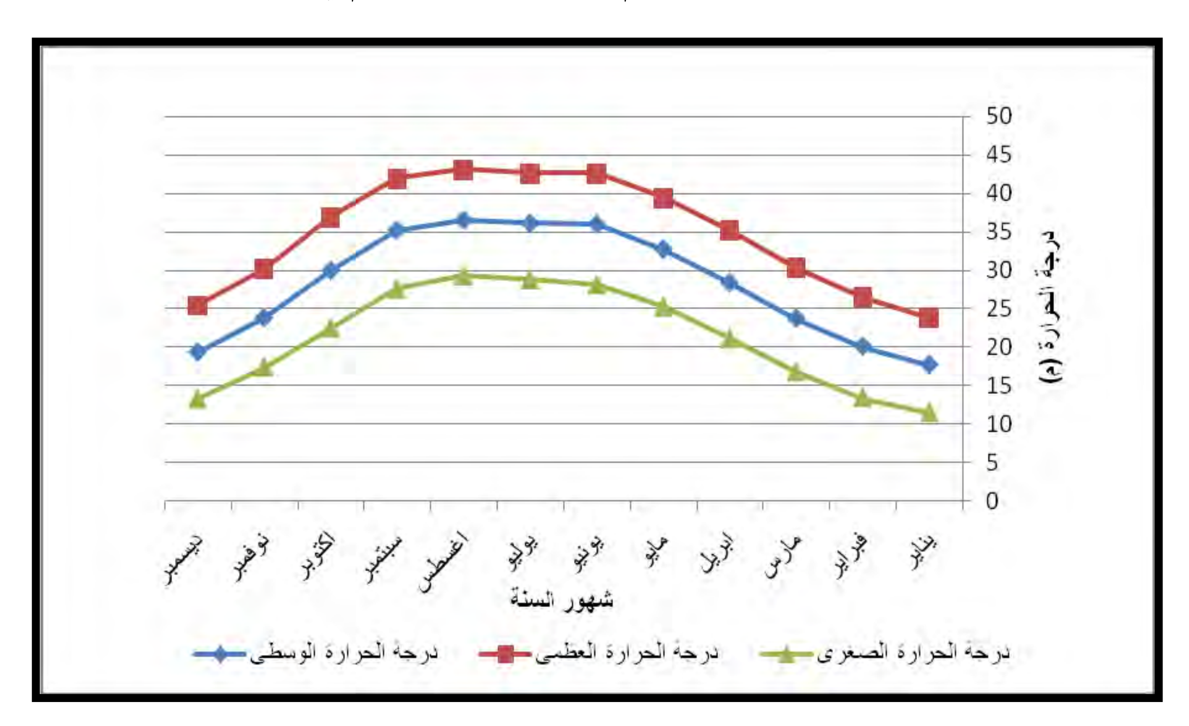
في المدينة المنورة

الشهر	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	المتوسط الشهري	الرطوبة النسبية العظمى	الرطوبة النسبية الصغرى	الفصل
يناير	٢٣.٨	١١،٥	١٧،٦	٨٦	١١	الشتاء
ديسمبر	٢٥،٤	١٣،٢	١٩،٣	٨٥	١١	
فبراير	٢٦،٥	١٣،٤	٢٠	٧٩	٨	
مارس	٣٠،٣	١٦،٨	٢٣،٧	٧٧	٥	الربيع
ابريل	٣٥،٢	٢١،١	٢٨،٣	٧٣	٤	
مايو	٣٩،٤	٢٥،٢	٣٢،٧	٥٨	٤	
يونيو	٤٢،٦	٢٨،١	٣٦	٤٥	٣	الصيف
يوليو	٤٢،٥	٢٨،٧	٣٦،١	٣٥	٣	
اغسطس	٤٣،١	٢٩،٣	٣٦،٥	٤٣	٣	
سبتمبر	٤١،٩	٢٧،٥	٣٥،٢	٣٩	٤	الخريف
اكتوبر	٣٦،٩	٢٢،٤	٢٩،٩	٣٩	٤	
نوفمبر	٣٠،٢	١٧،٤	٢٣،٨	٨٠	٨	
المعدل السنوي	٣٤،٨	٢١،٢	٢٨،٣	٦٢	٦،٢	

المصدر : الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية للفترة (١٩٧٠-٢٠٠٨م) الصادرة عن هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة

شكل رقم (٤)

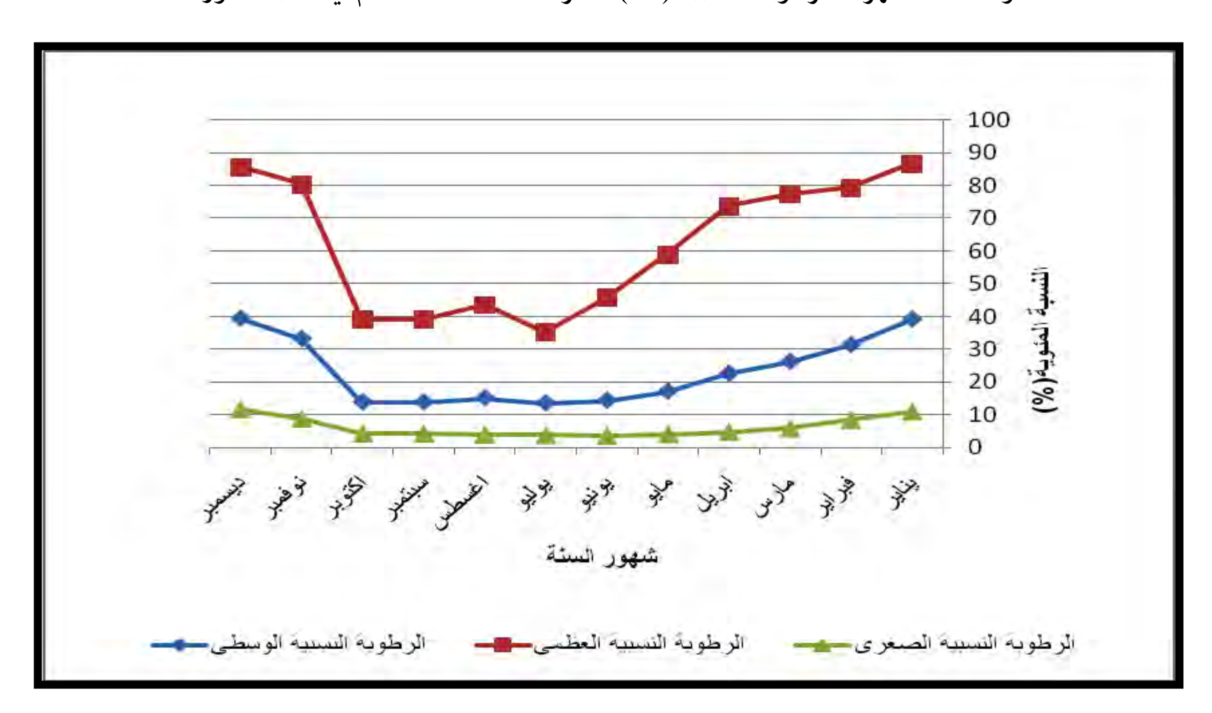
المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة(م) للفترة ١٩٧٠-٢٠٠٨م في المدينة المنورة



المصدر : الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية للفترة (١٩٧٠-٢٠٠٨م) الصادرة عن هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة

شكل رقم (٥)

المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية (%) للفترة ١٩٧٠-٢٠٠٨م في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية للفترة (١٩٧٠-٢٠٠٨م) الصادرة عن هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة

جدول رقم (٢)

المعدلات السنوية للأمطار في محطة المدينة المنورة للفترة (١٩٧٠-٢٠٠٨م)

الشهر	المعدل الشهري	المعدل الفصلي		معدل السنة %
يناير	٦,٨٤	الشتاء	١٦,٢	%٢٨
ديسمبر	٦,٥١			
فبراير	٢,٩١			
مارس	٩,٤٤	الربيع	٢٦	%٤٤
ابريل	١٠,٧٨			
مايو	٥,٧٧			
يونيو	٠,٢٤	الصيف	٣,٥٢	%٦
يوليو	٠,٣٥			
أغسطس	٢,٩٢			
سبتمبر	٠,٢٦	الخريف	١٢,٧	%٢٢
أكتوبر	٢,٤٣			
نوفمبر	٩,٩٦			
السنة	٥٨,٤٨			%١٠٠

المصدر: الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية للفترة (١٩٧٠-٢٠٠٨م) الصادرة عن هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة

كما تعتبر الرياح عنصراً هاماً من عناصر المناخ وعاملاً مؤثراً في الكثير من العمليات الجوية من نقل السحب وجلب الأمطار ، وتختلف الرياح الواردة للمدينة المنورة في سرعتها و اتجاهها من فصل إلى أخر بسب التغيرات التي تطرأ على التوزيعات الضغطية إضافة للمظاهر السطحية المحلية التي تقف عائقاً أمام الرياح مما يجعلها تغير من سرعتها واتجاهها، وبصفة عامة نجد الرياح الغربية هي السائدة في المدينة المنورة كما سيرد لاحقاً في الفصل الثالث من الدراسة.

وبدراسة الخريطة العامة للتربة، نجد اختلافا وتنوعاً في وحدات التربة بالمدينة المنورة . حيث تتوزع التربة الصلصالية الثقيلة على مساحة من الأرض تصل إلى ١١٩٢هكتار، أي ما يعادل ١٩% من مساحة الأراضي غير الصخرية في المدينة. وحوالي ٤٠٨هكتار أو ٦,٥% من مساحة الأراضي غير الصخرية، تغطيها تربة صلصالية خفيفة تحتوي على بعض الطفل وهي بوجه عام صالحة للزراعة، وتقع معظمها في شمال المدينة. كما تسود التربات الرملية و الحصوية في أجزاء من غربي منطقة الدراسة وشمالها الغربي)**السويلم، ١٤٠٠هـ، ص ١٥٩، ١٦٩(**.

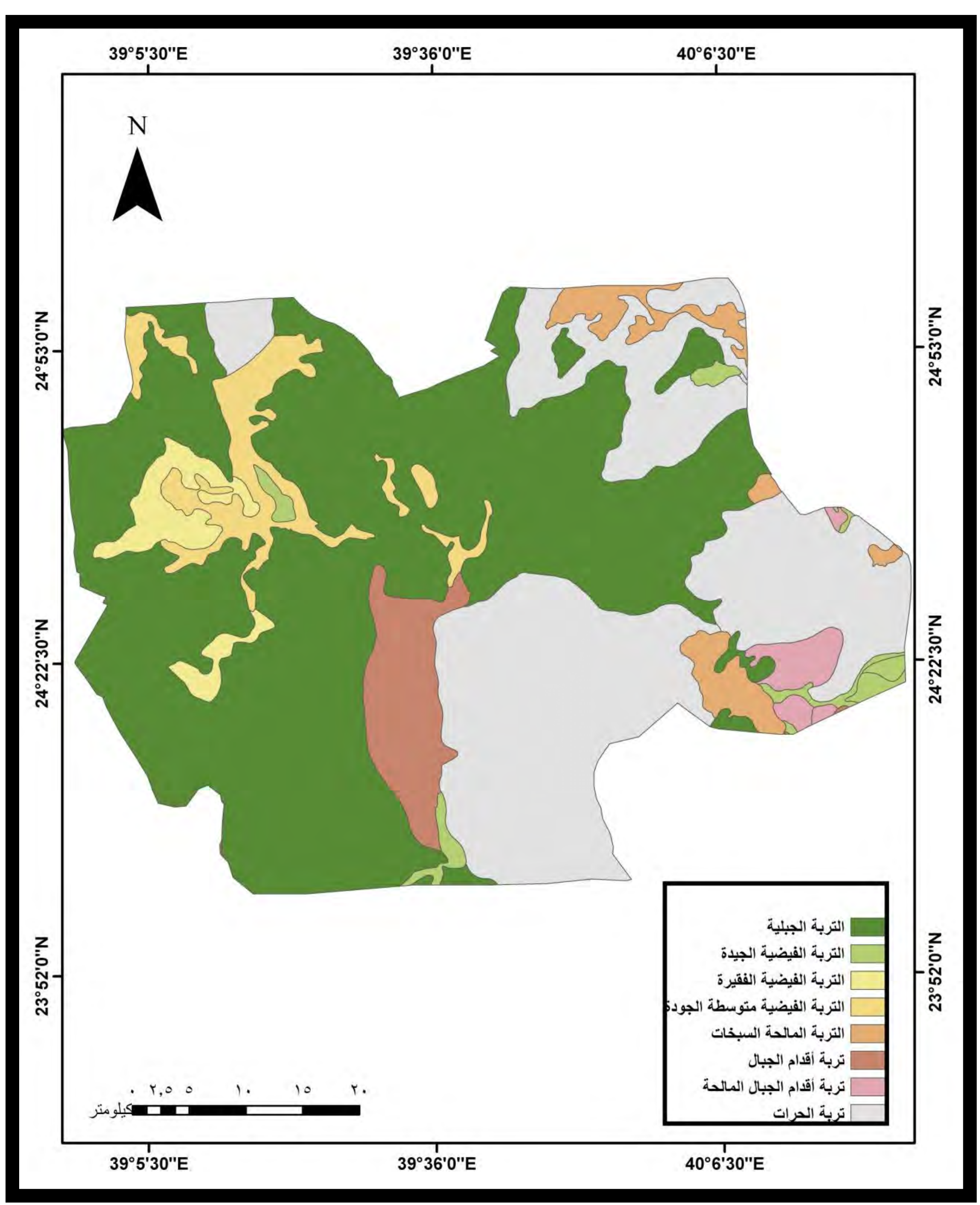
وحسب التصنيف الأمريكي المتبع في خارطة التربة العامة للمدينة)شكل رقم ٦(فإن أنواع التربة التي تتوزع بها هي تربة الحرات البركانية الغير صالحة للتنمية الزراعية بسبب اتساع البروزات الصخرية، وتربة الجبال وهي كذلك غير صالحة للزراعة لضحالة عمق التربة وشدة إنحدارها كما أن صلاحيتها للمراعي ضعيفة، وتربة أقدام الجبال المالحة التي تعد ذات صلاحية ضعيفة للزراعة إلا أنها تحتوي على مساحات صغيرة متفرقة قد تكون صالحة للزراعة المروية، وتربة أقدام الجبال المالحة التي من الممكن استصلاحها لأغراض التنمية الزراعية، أما التربة الطمية الحصوية فهي بسبب ضحالة عمقها وانتشار البروزات الصخرية تعتبر غير صالحة للزراعة المروية، في حين تعد التربة الفيضية الجيدة و متوسطة الجودة أفضل أنواع الترب الصالحة للزراعة في المدينة المنورة وتوجد هذه التربة في مواقع عديدة من بطون الأودية، إضافة إلى التربة الفيضية الفقيرة و السبخات المالحة التي تعد غير قابلة للاستصلاح بسبب ارتفاع الأملاح و انعدام أو ضعف صرف التربة.

ويقتصر الغطاء النباتي في المدينة المنورة على عدد محدود من المجتمعات النباتية، التي يظهر قسم منها عقب سقوط الأمطار الشتوية على هيئة أعشاب حولية مؤقتة وفي أماكن متفرقة، تختلف كثافتها من مكان لأخر، أو تظهر على شكل شجيرات وأشجار شوكية صغيرة في أماكن التربة الرسوبية السمكية. ويتصف الغطاء النباتي في المدينة المنورة بضعف الكثافة إضافة لقلة الأنواع النباتية، حيث يوجد في المدينة المنورة ما يقارب (٥٦) عائلة من النباتات فقط، تضم كل عائلة منها نوعاً واحداً أو أكثر من النباتات، بلغ مجموع أنواعها (٢٨٢) نوعاً من كافة العائلات **)الشريف،١٤١٩هـ، ص٨٤-٩٢(**

وفيما يتعلق بالجوانب البشرية في المدينة المنورة، فقد وصل عدد سكانها حسب تعداد عام ١٤٢٥هـ إلى ١،٥١٢٧٦ نسمة وبمعدل نمو سنوي بلغ (٣،٤%) الذي يعد مرتفعاً بمقارنته بالمنطقة الإدارية البالغ (٢،٦%)، والمملكة عامة (٢،٤%) من العام نفسه. الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة سكانية ستؤثر على الخطط والبرامج التنموية للمدينة المنورة **)المرصد الحضري للمدينة، ١٤٢٧هـ، ص٢(.** وحالياً ارتفع عدد سكان المدينة المنورة ليصل وفق النتائج الأولية لتعداد ١٤٣١هـ (١،١٨٠،٧٧٠نسمة).

و يحيط بالنطاق الإشرافي للمدينة المنورة ستة نطاقات و هي النطاق الإشرافي لمركز المليليح والعوينة شمالاً، والنطاق الإشرافي لمركز آبيار الماشي جنوبا ، والنطاق الإشرافي لمركزي الصويدرة وضعة شرقاً، و النطاق الإشرافي لمركزي المندسة والفريش غرباً. وتتكون مجتمعة من ثلاثة عشر بلدية، و مئة و خمسة أحياء فقط داخل النطاق الإشرافي للمدينة المنورة)شكل رقم ٧(.

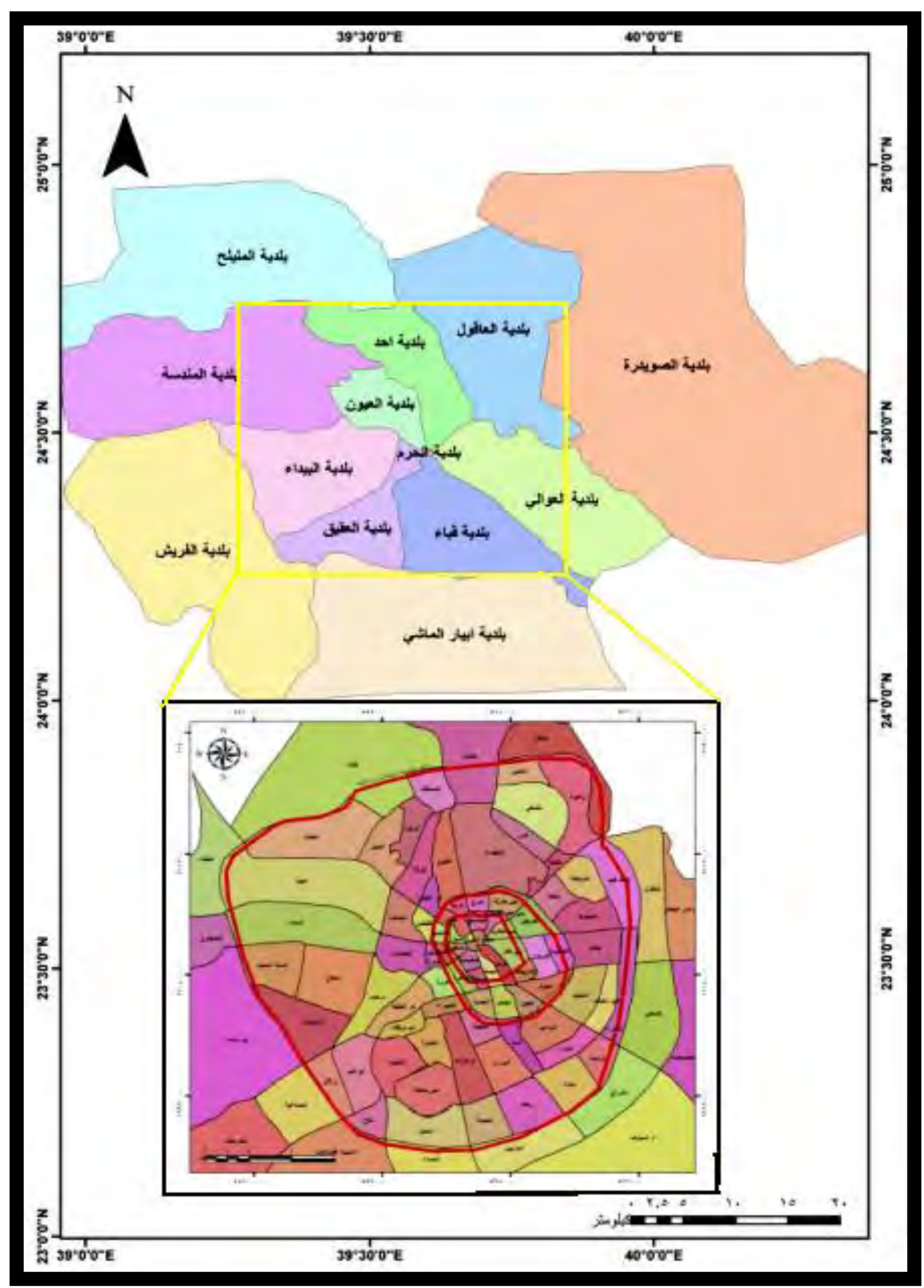
شكل رقم (٦)
أنواع التربة في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الخريطة العامة للتربة من هيئة المساحة الجيولوجية ،و (الشريف ،١٤١٩هـ،ص٨٥)

شكل رقم (٧)

بـــــلديات و أحـــياء المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء على خريطة أحياء وبلديات المدينة المنورة) أمانة المدينة المنورة ، ١٤٣٠هـ(

ويمكن تقسيم المدينة المنورة إلى ثلاث قطاعات متتالية هي: **القطاع الأول:** المنطقة المركزية التي تضم الحرم النبوي الشريف والأنشطة التجارية التي تخدم السكان دائمين أو زائرين مع المناطق الخارجية.

والقطاع الثاني:المنطقة المحصورة بين الطريق الدائري الأول_ طريق الملك فيصل الستين سابقاً_ والطريق الدائري الثاني وهو يحيط المنطقة المركزية على شكل حزام دائـــري يتـــراوح نصـــف قطـــره (٢-٥ كيلومتر). كما أنه يحيط بمعظم الكتلة العمرانية، التي تمتد من أحد شمالاً، حتى برج المياه جنوبـــاً، ومـــن مسجد القبلتين غرباً إلى مخطـــط الخالدية شرقاً)**الرويثي و خوجلي، ١٤١٩، ص ٢١٣**(. **والقطاع الثالث:** وهو عـــبارة عن حزام دائري يُحدد بالطريق الدائري الثالث _- طريق الملك خالد- على بعد يتراوح من (٥-٧كيلومتر) من المسجد النبوي ، والذي يمثل الحـــدود الخارجية للنطاق العمـــــراني للمديـــنة المنـــورة)**الحربي،١٤٢٥هـــ،ص٧٧-٨٠**(.

ويتميز الهيكل العمراني للمدينة المنورة بأنه من النمط الإشعاعي، بؤرته المنطقة المركزية التي تضم الحرم النبوي الشريف والأنشطة التجارية. وترتبط المنطقة المركزية بالطرق الإشعاعية، وهـــي طريـــق (المطار – أبو بكر الصديق – السلام – عمر بن الخطاب – قباء – علي بن أبي طالب – الملك عبـــد العزيز) مع المناطق الخارجية التي حددت مواقعها ومسارات الطرق إليها محـــددات طبيعيـــة كالجبـــال والوديان. وقد تحول هذا النمط تدريجياً بسبب ازدياد نمو المدينة ومقابلة متطلبات الحركة بين عناصرها المختلفة إلى نمط إشعاعي حلقي متكامل، وذلك بإضافة الطرق الدائرية التي تم تنفيذها (الحلقة الدائريـــة الثانية والحلقة الدائرية المتوسطة والحلقة الدائرية الثالثة).

ويرتبط نمط التوسع العمراني للمدينة المنورة بدورها الوظيفي، حيث أخذ التوسع العمراني نمطـــا حلقياً حول الحرم النبوي الشريف لتأكيده وإظهار أهميته. وقد ساعد على انتشار الأحيـــاء الســـكنية والأنشطة العمرانية، مما أدى إلى زيادة مساحة الرقعة العمرانية للمدينـــة مـــن ٦٩٠٠ هكتـــارا عـــام ١٣٩٨هـــ إلى ٢٠٣٠٠ هكتارا عام ١٤١٥ هـــ)**إلياس ، ١٤١٨هـــ، ص٣٩٠**(. و بحسب بيانات إدارة التنمية الإقليمية أن الكتلة العمرانية للمخطط الإرشادي للمدينة المنورة ما بين قائم ومقترح تصل إلى ٥٢٩٥٥٠١ هكتار .

وأدت التوسعة السعودية الأخيرة إلى تغيير جذري في اســـتخدامات الأرض المركزيـــة، حيـــث ازدادت مساحة الاستخدام الديني (المساجد والمقابر) من ١٠،٨٢% من مجموع المساحة داخل الحلقـــة الدائرية الأولى في ١٤٠٥هـــ مـــــع بداية التوسعة و وصلت إلى ٢٨، ٦٠% في سنة ١٤١٤هـــ مع نهاية التوسعة. وفي المقابل تناقصت المساحة السكنية من ٥٢،١% من مجموع المساحة داخـــل الحلقـــة الدائرية الأولى في سنة ١٤٠٥هـــ إلى ٤١،٢١% في سنة ١٤١٤هـــ)**مكي ١٤٢٣هـــ، ص٣٣**(.

وتمثل الزراعة قطاعاً رئيسياً تتميز به المدينة المنورة فقد ُعرفت منذ أقدم التاريخ بكونها واحة زراعية خصبة تشتهر بزراعة النخيل وتمتد على أرضها المساحات الخضراء المزروعة التي اعتمدت على نضح المياه الجوفية من العيون و الآبار الظاهرة فوق سطح الأرض أو القريبة منه خاصة تلك الواقعة في شمال المدينة المنورة)**مكي، ١٤٢٣، ص١٠**(. فانتشرت المناطق الصالحة للزراعة على ضفاف وبطون الأودية الكبرى الموجودة في المنطقة. وتبلغ جملة مساحة الأراضي الزراعية في إمارة المدينة المنورة ٥٤٨٢٢ دونم ، وذلك بنسبة ٣١% من جملة الأراضي الزراعية في منطقتها الإدارية)**الفوزان ،١٤١٩هـ، ص ٣٤٥**(.

وأخيراً لقد تفردت المدينة المنورة بين نظائرها في العالم الإسلامي بصفة عامة و المملكة العربية السعودية بصفة خاصة بشخصيتها الجغرافية الطبيعية و البشرية التي تجمع بين التوجه للصحراء والبقاع المقدسة، والجمع بين مجتمع ما قبل عصر النهضة والنفط، ومجتمع ما بعده حيث التطور و الإزدهار والتمدن، مما كان له بالغ الأثر في جذب انتباه المختصين و الباحثين في شتى فروع العلم و المعرفة وخاصة الجغرافيين بشكل ساهم في إثراء المكتبة العربية بالعديد من الدراسات والأبحاث عن أرض طيبة الطيبة في مختلف فروع علم الجغرافيا .

الفصـــــل الثانـي: الإطار النـظري والدراسات السابـقة

أولاً: الإطـــار النــظـــري

ثانيـاً: الدراسـات السابـقـة

٢_١: الإطـــــار النــظري:

منذ أن تولى الإنسان خلافة الأرض وهو يحاول تنظيم مركبات الوسط الذي يعيش به، وترتيب مكوناته، بشكل يتسنى معه سهولة استخدام المكان واستغلال فراغاته وكآفة مكنوناته. وبـــالرجوع إلى أدبيات الكتب والدراسات نجد محاولات لإيجاد الأفضل والمثالي والمناسب لعناصر المكان، وإظهار قيمة مواقعها، مع بيان جوانبه الإيجابية أو السلبية ووضع حلول مقترحة وبدائل. ولتحقيـــق ذلـــك انطلـــق الباحثون نحو تبسيط الواقع بمتغيراته ليكون أيسر فهماً وأكثر سهولة من حيث الملاحظة.

أ_ نظريات التنظيم المكاني

تقوم بنية المكان على مبدأ إنقاص المسافة إلى حدودها الدنيا بأقل قدر من التكلفـــة. ومحاولـــة اختزال الجهد بسلوك أقصر طريق يوصله إلى الغرض. كما تقوم من ناحية أخرى على زيـــادة المنفعـــة للنقاط والمساحات الواقعة في بنية المكان إلى حدودها العظمى **)خير ،١٤٢١هـ ،ص١٥٣(**.

وقد كانت أول محاولة جادة لوضع نظرية علمية في التنظيم المكـــاني تنســـب إلى فـــان ثـــونن **Johann Heinrich Von Thunen** التي درس بها المنافسة بالنسبة للموقع الزراعـــي والعوامـــل المؤثرة في ذلك، موضحاً الظروف التي تستخدم فيها الأرض مركزاً على الموقع ذي الكلفـــة الـــدنيا، و العلاقـــة الطرديـــة بين تكاليـــف النقل و المسافة **)هارون ،١٤٢٣هـ ، ص٥٣٥(**. ثم جاء الألماني الفريد فيبر **Alfred Fiber** ليقدم أول نظرية كاملة تعالج موقع الصناعة عام ١٩٠٩م، وتركز علـــى دور تكاليف النقل ونفقات العمالة ومناطق التجمع البشري، ومن افتراضاته ولدت وتطورت نظريـــة الموقع **Location Theory** القائمة على أن الموقع الأمثل يحقق أفضل عائد مادي لصاحب المتجر كما يجذب قدر كبير من المستهلكين **)الرحيلي ،١٤٢٧هـ، ص ٥٨(**. وعالج كل مـــن الفـــرد سميـــث (**Wilfred Smith**)، وجورج رينر (**George Renner**)، وروستروم (**EM.Rawstrom**)، و إدجار هوفر (**Edgar Hoover**) مقومات الموقع الصناعي وعوامل توطن الصناعة، وأهمية اختيـــار الموقع الأفضل للصناعة.

وفي مجال تنظيم خدمات الحيز المكاني برزت نظرية والتر كرستلر (**Walter Cristaller**) المعروفة بنظرية المكان المركزي **Central Place Theory** التي تعد من أهم النظريات في التخطيط

الحضري والإقليمي، كما أنها أفضل بناء نظري متكامل يفسر نظام التباعد بين المراكز البشرية والعلاقات بينها من حيث الوظائف و الأحجام والعدد والمرتبة ومناطق النفوذ **)الجار الله ،١٤٢٠هـ، ص ١٠١(**. و لم تخلُ ثنايا هذه النظريات من النماذج والعلاقات الإحصائية بين متغيراتها، والتي تساهم في الإجابة عن عدد غير قليل من العلاقات وأنماط توزيعات عناصر المكان.

ب_الإتفاقيات الدولية في مجال المحافظة على البيئية من المخاطر

يتزايد الإهتمام العالمي في سبيل الوصول إلى منظومة بيئية نظيفة وخالية من عوامل التلوث، خاصة و أن البيئة لا تخص دولة معينة أو شعب معين فما قد يحدث في دولة ما قد تمتد أثاره إلى أراضي وسماء دول أخرى. ونتيجة لذلك أخذ الإهتمام بالبيئة يتصاعد في المحافل الدولية، فتشكلت المنظمات الدولية لحماية البيئة، وعُقدت المؤتمرات لمناقشة وبحث استراتجيات وقاية البيئة من التلوث. وقد تمخض عن هذه المؤتمرات اتفاقيات و بروتوكولات دولية تُلزم الدول الموقعة عليها بتطبيق إجراءات صارمة تُعنى بالمحافظة على البيئة، وحرمان الدول التي لا تطبق تلك الاتفاقيات من الإمتيازات والمساعدات التكنولوجية التي قد تحتاج إليها.

و ظهرت مجموعة من الإتفاقيات البيئية الدولية التي غالباً ما تكون تحت رعاية منظمة الأمم المتحدة أو بإشرافها، ومن هذه الإتفاقيات ما يتعلق بالتغيرات المناخية (بروتوكول كيوتو،٢٠٠٣م)، و (اتفاقية فينا،١٩٨٥م) لحماية طبقة الأوزون، (اتفاقية ستوكهولم،٢٠٠٤م) بشأن المواد العضوية الثابتة، واتفاقية مكافحة التصحر، واتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود **)http://www.environment.gov.ps(**.

ونتيجة التطور الصناعي أصبح العالم يدرك خطر الأضرار التي تلحق بالبيئة و الصحة البشرية من جراء تواجد النفايات الخطرة في الوسط الذي يعيش فيه، ومدى تهديدها لحياة الإنسان ومسببات عيشه، وحتى لا تطال البيئة يد التلوث من جراء هذه النفايات الخطرة، بدأ صانعوا القرار والمخططون في كل دولة، وبخاصة الدول الصناعية محاولة المحافظة على أراضيها وهوائها بالتخلص من نفاياتها باستباحة حدود دولة أخرى وطمرها في بطون أراضي الدول النامية، متسببة بذلك في تهديدات كبيرة لشعوب هذه الدول وتفاقم المخاطر البيئية بها. ولقد دعى هذا الأمر خبراء البيئة والمتخصصين بالتخلص من

النفايات الخطرة بعقد اجتماع في مدينة القاهرة عام ١٩٨٥م واتفقوا فيه على وضع إستراتجيات ومبادئ عُرفت فيما بعد بمبادئ القاهرة لإدارة النفايات الخطرة إدارة بيئية سليمة. وعلى ضوء مؤتمر القاهرة قامت دول أخرى بالدعوة لوضع مشروع اتفاقية عالمية تتحكم في نقل النفايات الخطرة عبر الحدود، و وصل صدى هذه الدعوة إلى المجلس الحاكم لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (**UNEP**) التي بدورها دعت إلى عقد مؤتمر دولي لبحث موضوع التخلص من النفايات الخطرة. وبالفعل تم عقد مؤتمر برعاية الأمم المتحدة في مدينة بازل في آذار عام ١٩٨٩م تمخض عنه توقيع اتفاقية دولية سميت اتفاقية بازل. وقد دخلت هذه الاتفاقية حيز التطبيق في ١٩٩٢/٥/٥م . ووصل عدد الأطراف في الاتفاقية حتى عام ٢٠٠٨م مائة وخمسة وسبعين دولة (www.basel.int(وانضمت المملكة العربية السعودية إلى الاتفاقية في ٧ مارس١٩٩٠م .

واشتملت اتفاقية بازل على تسعة وعشرين مادة و ستة ملاحق تابعة لها . ومن أهم أهدافها :

١ - قيام الأطراف الموقعة على الاتفاقية بإبلاغ الأمانة بالنفايات التي توصف بالخطرة حسب القوانين والتشريعات المحلية للدولة .

٢ - اتخاذ التدابير اللازمة لضمان خفض توليد النفايات الخطرة إلى الحد الأدنى والتخلص منها بطريقة تكفل سلامة البيئة .

٣ - منع الإتجار غير المشروع بالنفايات الخطرة أو تصدير النفايات الخطرة إلى دولة طرف في الاتفاقية دون موافقة الدولة المستوردة .

٤ - تشجيع نقل التكنولوجيا المتعلقة بالإدارة السليمة للنفايات المنتجة محلياً ولاسيما في البلدان النامية)www.BCRC.egypt.org(.

ومنذ التصديق على اتفاقية بازل ودخولها حيز التطبيق نشرت أمانة الاتفاقية عدد من المراكز والمكاتب الإقليمية التي تقوم بوظيفة التنسيق بين أطراف الإتفاقية وإعداد المؤتمرات والإجتماعات و تزويد الأطراف بما يستجد في مجال إدارة النفايات، أو ما قد يطرأ على بنود الاتفاقية من تعديل، فكان المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية بالقاهرة هو الناطق بإسم اتفاقية بازل بين الدول العربية، وقد تم اختيار مركز الحد من المخاطر البيئية التابع لجامعة القاهرة كمقر للمركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية. حيث أسست جامعة القاهرة مركز الحد من المخاطر البيئية عام ١٩٩٤م وذلك بالتعاون مع جامعة واشنطن ومعامل ارجون القومية بالولايات المتحدة الأمريكية، و

يقدم المركز خدماته للمجتمع في مجالات التصدي للمشكلات البيئية المختلفة ودراسات التخطيط العمراني والتوسعات الصناعية والإدارة البيئية السليمة للمواد الخطرة وإدارة المياه ومجابهة تلوث الهواء و الحد من الانبعاثات الضارة **(www.cehm.com.eg).**

وأصدر المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية بالقاهرة والممول من قبل سكرتارية اتفاقية بازل عدداً من الأدلة الإرشادية لإختيار وتصميم وتشغيل مدافن النفايات والمخلفات الخطرة بالمناطق شديدة الجفاف، وقد ركز المركز على مدافن المخلفات الخطرة بإعتبارها الخيار الأكثر شيوعاً للتخلص من النفايات في الدول العربية.

وعلى الرغم من تعدد طرائق التخلص من المخلفات التي طبقت بشكل أو بأخر في بعض الدول، فهناك عمليات التدوير للنفايات ومعالجتها للإستفادة من بعض مكوناتها في أغراض مختلفة، والمقالب المكشوفة التي تشغل حيزاً مساحياً من الأرض، وتُرمى به النفايات بطريقة غير منظمة على شكل أكوام، وتُترك للعوامل الطبيعية لمعالجتها، التي أثرت سلباً على الصحة العامة والبيئة. كما تستخدم بعض الدول وخاصة الغربية عملية الحرق الآلي **Incinerator** التي غالباً ما تكون نواتج الحرق ملوث خطير للبيئة، إلا إذا كانت الطريقة مجهزة بوسائل تقنية خاصة وإمكانات عالية لمراقبة الغازات الناتجة وتقدير مستوياتها. وفي المقابل قد تكون النفايات ذات فائدة كبيرة للدول المنتجة لها عند تحويلها إلى محسنات للتربة **Composting** خاصة إذا احتوت على نسبة عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل.

ويلاحظ أن الطرق السابقة ما هي إلا عمليات تساهم في التقليل من حجم النفايات ففي نهاية مطاف كل عملية هناك فائض من النفايات بحاجة للتخلص منه نهائياً، ولا يكون ذلك إلا بإتباع طريقة الطمر الآمن أو ما يسمى بالدفن الصحي القائم على معايير محددة ويتم إنشاؤه وفق تصميم هندسي ومواصفات مفصلة **(النعيم، ٢٠٠٠م ، ص٩).**

ومن هذا المنطلق، قرر مركز اتفاقية بازل بجامعة القاهرة **BCRC-Cairo** بالتعاون مع أمانة اتفاقية بازل **SBC** بعد أخذ ظروف المنطقة بتطوير الخطوط الإرشادية الخاصة بالتخلص من النفايات الخطرة عن طريق الدفن الصحي أو الدفن الأرضي **Land disposal** وذلك سعياً لتحسين الممارسات الحالية للتخلص من النفايات ومساهمة في الإدارة السليمة للنفايات الخطرة.

وبانضمام المملكة العربية السعودية لاتفاقية بازل في ٧ مارس ١٩٩٠م فإنه من الأهمية معــايرة مواقع الدفن الأرضي في أراضيها وفق الإشتراطات المستلة عن بنود الإتفاقية ومبادئها. الــتي جــاءت لتشمل المعايير الجيولوجية والجيمورفولوجية و المعايير البيئية و المعايير الإجتماعية والإقتصادية ومعــايير القبول الجماهيري. ومبدئياً بإخضاع مردم النفايات العام على طريق ينبع – المدينة السريع في المدينــة المنورة لمعايير اتفاقية بازل يُلاحظ عدم مراعاته للمواصفات الدولية. فمثلاً يرتفع المردم بحوالي ١٩٠متر عن وسط المدينة بإنحدار يتجاوز ٢٠% مخالفاً الإشتراط العالمي للموقع المثالي بهذا الشأن، كما أنه يقع في اتجاه الرياح وليس بعكسها)**صحيفة الشرق الأوسط، ١٤٢٨هـ، العدد ١٠٥٦٥**(.

وبوجه عام فإن مدى المواءمة الدقيقة للمردم العام الحالي مع المعايير الدولية والعالمية أو المحلية لا تظهر بصورة جلية إلا من خلال عمليات التقويم والمرتبطة بالعمل الخرائطــي. فالخريطــة هــي الأداة والوسيلة القادرة على تحديد أينية الأشياء، وإظهار تفاصيل موقعيه قد لا تظهرها وسائل وطرائق أخرى. فعملية توضع موقع للدفن الأرضي للنفايات تعد عملية مهمة ومعقدة في الوقت ذاته. فهــي مهمــة في عمليات التخطيط لأي مدينة كونها من المتطلبات البيئية والصحية الضرورية لإستمرار الحياة السليمة في المدينة، ويتطلب تعيين الموقع أن يكون الأثر البيئي معدوماً. ومعقدة لدخول العديــد مــن المعــايير و المتغيرات والمحددات والخرائط لتحديد الموقع المثالي، التي قد يصعب أحياناً الإحاطة بها بالوسائل والبرامج التقليدية، إلا أن التقدم في تقنيات الاستشعار عن بعد **Remote Sensing** يسر انجاز عمليات المسح الإقليمي، وسهلت نظم المعلومات الجغرافية(**Geographic Information Systems (GIS** إدارة قواعد البيانات، وتخزين ومعالجة وتحليل المعلومات لتحقق جميع المتطلبات مما يوفر الكثير مــن العمــل الميداني المكلف.

ج _آلية دفن النفايات Land filling

يشكل دفن النفايات القاعدة الأساسية ضمن إدارة النفايات المتكاملة، وهو يعنى دفن أو طمر النفايات على سطح الأرض، إما بملء حفرة أو بعمل كومة فوق السطح، ويستخدم لفظ (مردم) كمصطلح هندسي) **المركز الاقليمي ،٢٠٠٥، ص١٦**(. ويبقى دفن النفايات الحجر الأساسي لعملية التخلص من النفايات عندما لا يكون هناك إمكانية أو احتمالية لإعادة استخدام النفايات بعمليةالتدوير.

ويمكن تصنيف مدافن النفايات حسب نوع النفايات Type Of Waste إلى :

١ -مدافن النفايات البلدية أو العامة Municipal &General

٢ -مدافن النفايات الخطرة Hazardous

٣ -مدافن النفايات المختلطة أو التخلص المشترك ويعرف اختصاراً بـ(Co-Disposal) ويعد التخلص من النفايات العامة مع النفايات الخطرة في مدفن قد صمم للنفايات الخطرة أمراً مقبولاً، في حين أن التخلص من أي نفايات خطرة مؤثرة في مدفن قد عُد مسبقاً للنفايات العامة أمر غير مقبول مطلقاً **)المركز الإقليمي ،٢٠٠٥، ص٦(.**

وبحسب طريقة العمل في المدفن يمكن تصنيفها إلى :

١ -مدافن غير مسيطر عليها **Uncontrolled dump** فهي لا تسيطر على المياه الداخلة والخارجة، كما أنها لا تتضمن استخدام طبقة غير نفاذة تمنع وصول الرشيح الناتج من النفايات من الوصول إلى الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، ولا توجد سيطرة على خروج الغاز إلى مكونات البيئة المحيطة.

٢ -المدافن الملوثة كلياً **Total Containment** ويكون التلوث محصوراً داخل حدود المدفن بحيث لا يسمح بدخول أو خروج السوائل بسبب وجود طبقة عازلة على أرض وجوانب المدفن، وتعتمد بشكل رئيسي على عملية التحلل للنفايات.

٣ -مدافن ذات تلوث مسيطر عليها **Containment With Control** وفيه يتم جمع العصارة الناتجة بعيداً إذ يتم ضخ العصارة إلى خزانات خاصة، ومعالجتها، ثم إعادتها إلى المدفن بهدف تسريع معدل تحلل النفايات، إضافة لإجراءات جمع الغازات، ومنع وصولها إلى الهواء بطريقة سليمة وصحية. وهذا النوع يعتبر أكثرها مثالية وسلامة للبيئة **)www.jes.org.jo(** .

وبناء على التصميم الهندسي وشكل مدفن النفايات يمكن أن يُصنف إلى الأتي:

١ -فرش النفايات **Area landfill**

تفرش النفايات في مثل هذا النوع فوق سطح الأرض على شكل طبقات وتضغط بواسطة آليات تتحرك فوقها، وتبني طبقات تصل سماكتها إلى ٣ أمتار تقريباً، وتُغطى بوضع طبقة فاصلة من الأعلى والجوانب لمنع تكشف النفايات، و تكون التربة أو المواد الصناعية هي المستخدمة في عمليات التغطية، وغالباً يكون موقع المدفن هنا منبسطاً.

٢ -فرش النفايات على الميول **Slope Landfill**

و يتواجد في المناطق المائلة، حيث تفرش النفايات وتدك على الميول أو الإنحدارت وتؤخذ التربة المستخدمة في التغطية من الحفر، والذي يتم على زاوية الميول وبعد الانتهاء من أول ارتفاع فان العملية تكون مشابهة للعملية السابقة. **(www.jes.org.jo)**

٣ -دفن النفايات في الخنادق **Trench Landfill**

غالباً ما تستخدم طريقة الحُفر في المناطق المنبسطة أو قليلة الميول وهي فعالة في المناطق الصحراوية، حيث تجوف الأرض على شكل حفر متوازية تستخدم فيها التربة المستخرجة من الحفرة الأولى في بناء حواجز ترابية تعمل كمصدات للرياح، وما يتبقى منها يستخدم في عملية تغطية الحفر المفتوحة **(morrow,spring,2003,p3)**.

٤ -**Quarry/Pit/Canyon Landfill**

وتستخدم هذه الطريقة في المنخفضات الطبيعية مثل الأخاديد والوديان أو الحفر المفتوحة مسبقاً، بدون عمليات حفر وتدك الطبقات بداية من الأسفل وحتى الوصول إلى الإرتفاع المطلوب ، وعادة ما يتم توفير تربة التغطية من مواقع أخرى**(www.defence.gov.au)**.

د _مراحل إنشاء مدفن النفايات

تعد المدافن الصحية من أقدم و أكثر الطرق العملية لمعالجة النفايات، كما تعتبر من النواحي الاقتصادية الأقل كلفة إذا تم مقارنتها بطرق المعالجة الأخرى مثل الحرق (**Incineration**) والتدوير (**Recycling**) وإنتاج السماد العضوي مع العلم أن خيارات معالجة النفايات السابقة تعد سلسلة متكاملة لا تنفصل عن بعضها البعض ولا تكون هذه المعالجة متكاملة بالشكل المطلوب بغياب مدفن أو مردم النفايات، خاصة وأن هذا الأسلوب يعد المرحلة الأخيرة والهامة من سلسلة مراحل معالجة النفايات.

وتتطلب عملية إنشاء المدفن الصحي وتجهيزه وتشغيله إلى العديد من الدراسات والفحوصات والمسودات الميدانية والمخططات لإعتماده وإقراره بشكل نهائي، فعملية توضع موقع للدفن الأرضي

للنفايات تعد عملية مهمة ومعقدة في الوقت نفسه ولذلك تمر فكرة إنشائه بالعديـــد مـــن العمليـــات المترابطة المتسلسلة وفق ترتيب ومنهج خاص وفق المراحل التالية :

المرحلة الأولى: وهي عبارة عن جمع المعلومات الأساسية من الدراسات السكانية والتعـــداد الســـكاني وأوجه النشاط الصناعي وكآفة أوجه النشاط الإنساني للمخدومين بالموقع المقتـــرح، وبنـــاء قاعـــدة معلومات حول نوعية وكمية النفايات الناتجة اليومية والسنوية التي تمكن من احتساب المجموع الكلـــي التراكمي للنفايات لتحديد العمر الافتراضي للمدفن، ويجب في هذه المرحلة تحضير مجموعـــة المعـــايير والإشتراطات سواء محلية أو عالمية التي سوف يتم بموجبها اختيار الموقع)**www.jes.org.jo**(.

المرحلة الثانية: و تتمثل في استبعاد المواقع غير المناسبة وفق الإشتراطات و المعايير المحـــددة، ثم إجـــراء المفاضلة بين المواقع المتبقية بناءً على مميزات كل منها، وتحديد أكثر المواقع ملائمةً، والذي يحقق أعلـــى نسبة ملائمة لمجموعة المعايير المستخدمة في عمليات التقييم. وتتضمن هذه المرحلة الدراسات والتقـــارير وخرائط الموقع والمنطقة المحيطة بشكل تفصيلي ونهائي.

المرحلة الثالثة: وتتضمن اختيار تصميم مناسب لكافة الفعاليات المقامة على أرض المدفن وبمعايير بيئيـــة عالية ولجميع المراحل، مع الأخذ بالإعتبار التأثيرات البيئية السلبية. و لتحقيق الإدارة الصحيحة لابد من الإلمام الجيد بتقنيات تصميم خلايا الدفن، و ارتفاع طبقاتها، و صيانة الآليات والسيطرة على الســـوائل والغـــازات، ومواقعهـــا، والإســـتخدام النـــهائي لموقـــع المـــدفن الصـــحي بعـــد إغلاقـــه **)الجارالله و الدهمش ،١٤٢٣هـ، ص٣(**.

و أخيراً فقد أخذت الدراسة الحالية بالمرحلتين الأولى والثانية لتحديد المواقـــع المثلـــى لـــدفن النفايات الخطرة وفق إطار البحث الجغرافي، مع إمكانية استكمال الجانب الهندسي من قبـــل الجهـــات المعنية بشئون المدافن في منطقة الدراسة بعد أن تقترح هذه الدراسة عدداً من المواقـــع المثلـــى لـــدفن النفايات، كمحاولة لإستيعاب العلاقات المعقدة بين عناصر البيئة بمكوناتها وديناميتها وســـعياً لتنظـــيم مركبات المكان بمكوناته البشرية والطبيعية و إيجاد التوازن بين العناصر الإنسانية والنشاطات الحضارية و الإقتصادية بأثر رجعي معدوم على المنظومة الحياتية البيئية والصحية .

٢_٢ :الدراسات السابقة

أُجريت عدد من الدراسات لتحديد المواقع المناسبة لردم النفايات، وقد تنوعت مناهجها، فبعضها ركز على الجانب النظري من حيث التعريف بالنفايات وتصنيفها، وسرد الخطوات المطلوبة لإختيار المواقع القابلة لردم النفايات، و تجاوز البعض الأخر الدراسات الحدود النظرية بالتطبيق على أرض الواقع، مستفيدة من التقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد **Remote Sensing** ونظم المعلومات الجغرافية **Geographic Information Systems**

ويمكن تقسيم الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة إلى الآتي: الدراسات الجغرافية التطبيقية ذات الصلة بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية في شتى فروع الجغرافيا، ثم الدراسات ذات العلاقة بمنطقة الدراسة وأخيراً التطرق للدراسات المشابهة لموضوع الدراسة الحالية والتي تناولت تحديد مواقع الدفن الصحي للنفايات.

أ_ الدراسات المتعلقة بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية

أصبح العديد من المؤسسات والإدارات والقطاعات تستخدم نظم المعلومات الجغرافية في تخزين ومعالجة وتحليل بياناتها وتصميم نماذج واقعية تشكل وضعها الراهن و مستقبلها المأمول. ومن هذا المنطلق، ظهرت العديد من الدراسات والأبحاث الأكاديمية التطبيقية لتقنية نظم المعلومات الجغرافية في مختلف التخصصات والمجالات.

ففي مجال التنمية، أبرزت دراسة **العيسوي (١٤١٤هـ)** أهمية نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الخرائطي من خلال النماذج الخرائطية التي تعد ذات فاعلية كبيرة في تحديد مواقع المشروعات والخدمات من خلال إنتاج نماذج خرائطية مختلفة الأشكال من بين مجموعة من الخرائط.

ولإثبات إمكانية أنظمة المعلومات الجغرافية على تحليل المعلومات المكانية والبيانية قام **كبارة وبخاري (١٤١٤هـ)** باستخدام هذه الأنظمة لدراسة تأثير بقعة الزيت على الشواطئ السعودية من جزيرة أبو علي جنوباً حتى الحدود الكويتية شمالاً، و بإجراء عمليات التحليل المكاني والإحصائي أمكن التعرف على مواقع الشواطئ الملوثة وعلاقتها مع بعضها البعض فكانت الشواطئ الداخلية أكثر تلوثاً بالزيت من الشواطئ الخارجية.

وفي إطار التعرف على مداخل الظواهر الطبيعية وأهميتها النظرية والتطبيقية، تأتي دراسة **عثمان (١٤٢٠هـ)** التي تناولت إمكانية دراسة الرياح باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وما قد يحققه استخدام هذه التقنية من إمكانيات لبناء نماذج لسطح الأرض وتمثيلٍ لاتجاهات الرياح وسرعتها وما تقدمه من فوائد في عمليات التخطيط لمواقع الصناعات مثلاً ومرامي النفايات الأمر الذي قد يقلل من مخاطر التلوث والملوثات التي قد تحملها الرياح باتجاه المناطق السكنية في المدن. وبالرغم من صغر الدراسة إلا أن الباحث قد استطاع طرح العديد من المشكلات التي يمكن حلها بنمذجة الرياح باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

كما ركزت دراسة **عزيز (١٤٢١هـ)** على كيفية تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص الوظيفية لمنطقة الشويخ الصناعية في الكويت، واعتمدت الدراسة على البيانات الميدانية وعمليات التحليل المكاني لتحديد الخصائص الوظيفية للمنطقة الصناعية، ونتج عن الدراسة أن الاستخدامات المتجانسة تقل في المنطقة مع سيادة النمط العشوائي في الشوارع الفرعية، كما تسود ظاهرة استبعاد المواطنين من الانخراط في الوظائف المهنية، وأوصى الباحث استكمال الدراسة الحالية بدراسات تتعلق بالخصائص الديموغرافية للعمالة في المنطقة الصناعية. وتلتقي دراسة عزيز مع دراسة **عبد الله وحسن (ب.ت)** الخاصة بتحليل بعض الجوانب الوظيفية لوحدات الورش الصناعية في مدينة دهوك، في بعض عمليات التحليل المكاني المستخدمة لاستنباط الخصائص الوظيفية للمنطقة الصناعية. وتوصلت الأخيرة إلى أن التركيب الصناعي لمدينة دهوك شهد تطورات كبيرة خلال الربع الأخير من القرن الماضي سواء في نسبة المساحة المستغلة أو عدد المنشآت الصناعية وعدد العاملين بها. و أن تقانة نظم المعلومات الجغرافية تمتلك إمكانيات واسعة في تحليل واستكشاف وتحديد البيانات سواء من خلال تصميم الخرائط أو عن طريق آليات التحليل الإحصائي المتقدم.

أما دراسة **الغامدي (١٤٢٣هـ)** فقد استخدمت النمط الشبكي في نظم المعلومات الجغرافية لبناء نموذج بهدف تقويم الأماكن السياحية في منطقة الباحة، إضافة لاستخدام تحليل التطابق Overlying القائم على تعدد المعايير التي ركزت على البعد الطبيعي والبعد التاريخي والبعد الحضري والخدماتي. وبتطبيق النموذج توصل الباحث إلى أن الأماكن السياحية كلما بعدت عن الأماكن التاريخية

زادت تكلفتها. كما أن الأماكن السياحية القريبة من الطرق احتلت سياحياً أهمية كبيرة. ويرى الباحث أن هذا النموذج ساعد بدوره في ترتيب الأهمية السياحية للأماكن السياحية و أولويات تطويرها.

وتأتي دراسة الشمراني **)١٤٢٤هـ(** متفقة مع الدراسة السابقة في استخدامها التحليل المكاني وعمليات النمذجة الكارتوغرافية المتوافرة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، حيث تم تطبيق النموذج لغرض تحليل النمو العمراني في محافظة الدرعية للفترة ١٤٠٥هـ- ١٤٢٣هـ وتحديد أهم المتغيرات المؤثرة في هذا النمو بعدد من المتغيرات الطبيعية والبشرية والموقعية والاقتصادية، وتوصلت الدراسة إلى أن أكثر المتغيرات تأثيراً كان لصالح الإنحدار واستخدام الأرض والبعد عن مركز المحافظة حيث وصلت قيمة الإرتباط إلى (٠،٨) مع أفضلية النمو العمراني في الكتلتين العمرانيتين الشرقية والغربية لتدرج انحدارها بين البسيط والمتوسط، تليها الكتلة العمرانية الشمالية.

وبنفس المنهج والأدوات، صمم **العسيري)١٤٢٤هـ(** نموذج للإستجابة السريعة لتمكين رجل الدفاع المدني من التعامل مع الحوادث بصورة أكثر فاعلية، لتكون بديلاً للطريقة التقليدية الذهنية في تحديد مواقع الحوادث في مدينة الرياض. واعتمد النموذج على قواعد المعلومات الخرائطية والوصفية المصممة في برنامج **Arc view** وبرنامج قواعد المعلومات الأكسس **Access** ، و أكدت الدراسة على أهمية تقنية نظم المعلومات الجغرافية ودورها الفاعل في تسريع الاستجابة للنداء وإدارة الحادث بصورة أكثر فاعلية.

ولإستخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الإرتفاعات الرقمية جاءت دراسة **الغامدي)١٤٢٧هـ(** الهادفة لتوظيف نظم المعلومات الجغرافية في وادي ذرى في المملكة العربية السعودية. واشتملت على فاعلية وشمولية بعض البرامج الجاهزة والمتخصصة في معالجة بيانات نماذج الارتفاعات الرقمية في التطبيقات الجيمورفولوجية والهيدرولوجية، واستخدمت الدراسة برنامج **Terrain Analysys Using Digital Elevation Models (TAUD EM)** إضافة إلى برنامج نظم المعلومات الجغرافية **Arc GIS** و برنامج (**watershed Modling System (wms** وبرنامج (**Terrain Analysis System(TAS** . ولقد ثبت من الدراسة أن نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة تميز ٣٠م هي بديل ناجح للخرائط الكنتورية ذات مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠ كما أن نظم المعلومات الجغرافية تعد الوسيلة المثلى لمعالجة وتحليل بيانات نماذج الارتفاعات مدعومة بمزايا السرعة في

الإنجاز والدقة في النتائج ودرجة الصحة العالية مقارنة بالوسائل التقليدية.وطبقت **الحربي)١٤٢٧هـ(** ذات البرامج بهدف إيجاد التكامل الوظيفي بينها من أجل تحليل بيانات نموذج الارتفاع الرقمي والخروج بنمذجة آلية حاسوبية لعدد كبير من القياسات المورفومترية لحوض وادي ملكان، وكان من أهم نتائج الدراسة بناء قاعدة بيانات لمعظم المتغيرات المتعلقة بحوض التصريف، كما تبين أن الحوض قد شكل شبكة تصريف متقدمة من الرتبة السابعة وضم الحوض ٩٧٣٢مجرى، وأوصت الباحثة بضرورة بناء كود برمجي يستطيع حساب وتقييم جميع المتغيرات والمؤشرات الجيمورفولوجية لأحواض التصريف.وأيضا حاولت **الغيلان)١٤٢٩هـ(** بناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية لحوض وادي لبن مشابهة في ذلك منهج وأسلوب دراسة الغامدي بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة. واستطاعت الباحثة النجاح في استخراج ١٢عنصراً مورفومترياً متعلق بشبكة التصريف المائية وتطبيق ٣٩معادلة هيدرومورفومترية بمجموع ٥١ من أصل ٦٢ خاصية مورفومترية متعارف عليها عالمياً بنسبة تقدر ٨٢% كما تمكنت الباحثة من تصميم ٢٤خريطة مورفومترية رقمية اعتماداً على العناصر المورفومترية المخزنة في قاعدة البيانات.

و استخدم **عباس وعلي) ب.ت (** تقنية نظم المعلومات الجغرافية مستفيدين من البيانات الرقمية التي يحتويها مثل هذا النموذج، لتمثيل وإنشاء بيانات نموذج الارتفاع الرقمي لنماذج مختلفة من شمال العراق. واستطاعت الدراسة إبراز الترابط المهم بين مختلف برامج نظم المعلومات الجغرافية من خلال استخدمها برمجيات متنوعة تمثلت في برنامج **Arc view** لتوضيح الظواهر التضاريسية الصغيرة التي لم يستطع برنامج **Surfer 8.0** في تمثيلها . وبرنامج **Raster To Vector** لتحويل البيانات الخلوية إلى بيانات متجهة.

وفي محاولة استعمال هذه التقنية في قطاع التعليم، قدمت دراسة **الرحيلي)١٤٢٧هـ(** أنموذجاً تطبيقياً لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقييم مواقع مدارس البنات الحكومية بمدينة مكة المكرمة، فقد قامت الباحثة ببناء نموذج ملائَمة **Suitability Model** لاختبار مواقع المدارس وفق معايير بيئية وطبيعية وخدماتية، وأبرز ماكشفته الدراسة هو نمط توزيع مدارس البنات الذي ظهر متركزاً بقيمة المجاور أقرب وصلت إلى (٠،٥) للمرحلة الابتدائية ، (٠،٦) للمتوسطة ،(٠،٦٧) للثانوية على مستوى المدينة، وأن مجموعة من مدارس البنات التي تتمتع بمواقع ملائمة وجيدة كانت من نصيب

الأحياء القديمة. كما خرجت الدراسة بخرائط ملاءمة لمدارس البنات الحكومية بجميع مراحلـــها بمكـــة المكرمة .

ومن مكة المكرمة إلى المدينة المنورة تمثل طريق الهجرة النبوية والذي حرص **القاضي)١٤٢٩هــ(** لرصده بأساليب تقنية حديثة ومن خلال منهج علمي دقيق وإتباع عدد من الطرق والأساليب المكتبية والميدانية وتسجيل إحداثيات جغرافية للطريق والمعالم بالاستعانة بأنظمة الرصد العالمية **GPS**. وتمكن الباحث من توقيع المعالم على خارطة رقمية باستخدام قدرات نظم المعلومات الجغرافية.

وهدفت دراسة **الشيخ)١٤٢٩هــ(** إلى التعرف على النمط الجغرافي لتوزيع الحدائق العامة النموذجية في المدينة، مستخدمة أدوات التحليل الكارتوغرافي في نظم المعلومات الجغرافية، حيث تم توقيع الحدائق على خريطة مدينة جدة باستخدام مرئية فضائية للقمر **Ikonos**، وباستخدام تحليل صلة الجوار **Neighbohood Analysis** وتحليل كيرنل **Kernal** واختبارات كارتوغرافية أخرى، ثبت من الدراسة أن نمط توزيع الحدائق في مدينة جدة هو نمط عشوائي يميل نحو التكتل في بعض البلديات، وأن نمط اتجاه التوزيع الجغرافي يأخذ شكلاً بيضاوياً نحو الشمال بصورة محاذية للساحل البحري.

وحاولت دراسة **عبد الحميد والمسنيد)١٤٣٠هــ(** التأكيد على أن دمج منهجيـــة التحليـــل المكاني باستخدام برمجيات نظم لمعلومات الجغرافية مع الخرائط الرقمية يساهم بشكل فعال في تحســـين سبل تحليل الموقع وتقييم درجة الملاءمة للتنمية العمرانية في منطقة ملقا–الدرعية غرب مدينة الريـــاض. وبتحديد معايير طبوغرافية الأرض ومجاري السيول ونوع التربة والمراوح الفيضية تم بناء نموذج تقيـــيم الموقع لغرض التنمية العمرانية، وبإجراء أسلوب التطابق التراكمي لمتغيرات الدراسة تم استنتاج التقيـــيم النهائي لدرجة الملاءمة، وإعداد خريطة لدرجة الملاءمة، حيث بلغت نسبة المناطق الصالحة للتنمية بالموقع والتي تحقق نسبة ملاءمة ١٠٠% ما يزيد عن ٥٤% . وهي تتركز بالمناطق الداخلية البعيدة عن مجاري السيول والمراوح الفيضية، وأوصت الدراسة في نهايتها بالاستفادة من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في أعمال اتخاذ القرارات التخطيطية لصياغة الضوابط العمرانية لمناطق المملكة بالمدن السعودية.

وأخيراً و بتتبع ما أمكن الحصول عليه من دراسات في هذا الجانب يُلاحظ مقدار مـــا شـــهدته المعرفة الجغرافية ودراساتها من تطور استخدام الحاسب الآلي في نظم المعلومات الجغرافية، التي يســـرت تجميع وخزن وتحليل وتمثيل البيانات و تسريع عمليات اشتقاق المعلومات والخرائط بتنوع موضوعاتها

وأغراضها وأهدافها ومقاييس رسمها، فالإستفادة من نظم المعلومات الجغرافية تزايدت بخطى سريعة في كآفة المجالات والتخصصات، ولم تقتصر فوائدها وثمارها على الجغرافي فحسب بل تتعداه إلى المخططين وصانعي القرار.

ب_ الدراسات المتعلقة بمنطقة الدراسة

وتشتمل على الدراسات الآتية:

دراسة **زللي)٢٠٠٦م(** عن منطقة الصرف الصناعي بالمدينة المنورة، وهي دراسة أولية لتحديد مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة في المخلفات الصناعية السائلة في منطقة الصرف الصناعي، وتحديد تركيز المعادن خاصة تلك شديدة السمية، وتوضيح أهم المشكلات الصحية من المعادن الشديدة السمية. واعتمدت الدراسة على العينات المأخوذة من المدابغ ومزارع الدواجن والمطابخ ومصانع العصير والمسالخ، ودلت النتائج على أن العينات المأخوذة من معامل دباغة الجلود وخاصة غير المعالجة هي أكثر العينات تلوثاً بالمعادن الثقيلة، مثل الكادميوم والرصاص اللذان قد يؤديا إلى إفساد وظائف الكلى وتلفها.

ودراسة **القرافي)٢٠٠٦م(** عن الخطأ في إختيار موقع الصرف الصناعي في المدينة المنورة، والتي توصل فيها الباحث إلى أن موقع الصرف الصناعي في منطقة حمراء الأسد يؤثر على المياه الجوفية السطحية تحت أعماق بسيطة (١٠-٢٠م) بسبب تسرب هذه المواد الكيميائية الموجودة في الصرف الصناعي إلى أقرب متكون مائي تحت سطح الأرض متجهة إلى داخل المدينة المنورة بداية من حمراء الأسد و أبيار على، خاصة وأن هذا الاتجاه طبيعي لحركة المياه الجوفية حسب اتجاه التشققات وميول الأرض من الجنوب والغرب والجنوب الغربي إلى الشرق والشمال الشرقي إلى حوض المدينة. وقد أوصت دراسة الباحث بضرورة اختيار موقع جديد للصرف الصناعي مراعياً فيه الشروط التي تضمن حماية الإنسان والبيئة من التلوث. ومما يؤخذ على هذه الدراسة عدم وضوح المعايير التي استند إليها الباحث في عملية التقييم .

كما أشارت دراسة **غنيم وآخرون (ب،ت)** التي أجريت على مرمى النفايات ومنطقة حمراء الأسد إلى أن هناك تلوث ناتج عن التخلص الخاطئ لمياه الصرف الصناعي على مدار السنين، إضافة

لوجود نسب مرتفعة جداً من المعادن الثقيلة السامة في عينات المياه و التربة، وارتفاع خطير في نسبة ملوحة الأبار والتربة ، كما انتهت الدراسة إلى عدم وجود البديل لإشكالية الصرف الصناعي بالمنطقة لذلك اقترحت الدراسة استمرار فتح المرمى أمام شاحنات الصرف الصناعي بأنواعه ليظل الوضع تحت المراقبة والسيطرة بما يكفل حصر التلوث في مكان واحد بحيث يمكن التحكم به وعلاجه على مراحل كما اقترحت الدراسة بضرورة إعادة تأهيل الأحواض الحالية لمعالجة مياه الصرف الصناعي الموجودة ، وأوصت الدراسة بإنشاء مدفن آمن للنفايات الصناعية وفق المعايير والمقاييس البيئية العالمية.

جـ_ الدراسات المتعلقة بتحديد مواقع مدافن النفايات

لقد أدت عمليات التحضر التي شهدتها المملكة العربية السعودية إلى توسع العمران، و زيادة السكان، وتغير نمط المعيشة، وما يرتبط بذلك من الأنشطة الاجتماعية التي ينتج عنها النفايات بأنواعها. و يتطلب هذا الوضع إيجاد إستراتيجية مناسبة لمعالجة النفايات والتخلص منها، تفادياً لمخاطرها على البيئة.

لقد أصبحت النفايات قوة جديدة من النواتج التي يجب التعامل معها بطرق سليمة وعلى أسس بيئية صحيحة.حيث تعددت الطرق المستخدمة والمستحدثة في تصريف الكميات المتكدسة من المخلفات بدءً من عمليات الرمي و الحرق والتحليل الحراري، وانتهاءً بالردم الصحي أو الطمر الآمن، التي تتمايز في أسلوب معالجتها، وما قد ينجم عنها من بقايا تحتاج هي الأخرى بعد ذلك لعمليات معالجة وتخلص سليم.

وعلى الرغم من تعدد طرائق التخلص من النفايات ظل الخيار السائد عالمياً هو استخدام الطمر الآمن أو الصحي أو ما يعرف بمرادم النفايات أو المدافن. فقد بدأت المحاولات الأولى للتخلص الآمن من النفايات بإنشاء مواقع لدفن النفايات خلال القرن الخامس قبل الميلاد من قبل اليونانيين، حيث أصدر مجلس أثينا قوانين تخص جمع ونقل النفايات إلى أماكن خارج المدينة بمسافة لا تقل عن ميل **)الفرج، ١٤٢٦هـ، ص٤(.**

ونظراً للأهمية التي احتلها موضوع اختيار الموقع الأمثل لمدافن النفايات سواء على مستوى الدولة أو المنطقة أو المحافظة ظهرت مجموعة من الدراسات والأبحاث التي حاولت اختيار مواقع مثلى

لمدافن النفايات وفق اشتراطات ومعايير خاصة سواء محلية أو وطنية أو حتى عالمية، مختلفـــةً في منـــاهج وطرق معالجتها للموضوع، وذلك وفق العرض التالي:

دراسة **القرني وعلي) ١٤١٨هـ(** الهادفة إلى رسم مواقع دفن النفايات وتوضـــيحها علـــى الخرائط، حيث استخدم الباحثان بيانات الاستشعار عن بعد، من خلال جمع أربع مرئيات فضائية للقمر الاصطناعي الفرنسي سبوت تغطي في مجموعها مدينة الرياض بدقة مكانية (٢٠متر). وخلصت الدراسة إلى أن مرئيات اللاقط الفرنسي مصدر دقيق وذو فاعلية عالية عند استخدامها في متابعة التغير الحاصـــل في مواقع النفايات، وذلك لإمكانية توقيع المعلومات المتعلقة بمكانها وحجمها وحالتها علـــى الخـــرائط مباشرة. إضافة إلى إمكانية المسح الدوري والرصد المعلوماتي المستمر. وأوضحت الدراسة إمكانية تحديد بعض المشاكل البيئية الآنية والمتوقعة في المدينة، وباستخدام عملية التصنيف استطاع الباحثان تحديد ستة مواقع للتخلص من النفايات، والتي تعد قريبة من مناطق التوسع الحضري في مدينة الرياض حـــتى عـــام ١٩٩٥م. مما يستلزم أخذ التدابير المناسبة لمنع حدوث أثار خطرة على المواقع السكنية. ويؤخذ علـــى هذه الدراسة عدم عناية الباحثان بإيضاح منهجية التصنيف المستخدمة لمعالجة بيانات الاستشعار عن بعد والكيفية التي تم بها تحديد مواقع التخلص من النفايات بشكل أكثر وضوحاً. ودرس **علـــي وآخـــرون) ١٤٢٨هـ(** في إطار النهج نفسه مدينة الرياض لرسم خرائط لمواقـــع الـــتخلص مـــن النفايـــات باستخدام صورة رادار رقمية **F2 Mode SAR Imagery** ملتقطة بواسطة القمر الصناعي الكندي **Radarsat** بدقة إيضاحية (٨،٥ متر) تغطي مدينة الرياض، واختبار مدى فاعلية هذا النوع من صور الاستشعار عن بعد لتحديد مواقع التخلص من النفايات، و قد أظهرت النتائج بأن الصورة الفضـــائية عالية الوضوح **High Resolution Space borne Imagery** يمكن أن تكون أداة فعالة لتحديد مواقع التخلص من النفايات، ومراقبتها بانتظام لتخفيف تأثيراتها المضادة على البيئة. ويؤخذ على هـــذه الدراسة عدم الاهتمام برسم خريطة لمواقع التخلص من النفايات في مدينة الرياض، والاكتفاء بتـــرقيم المواقع على المرئية الفضائية بشكل قلل من وضوحها، وبالرغم من صغر الدراسة إلا أنها تمثـــل إضـــافة علمية في إطار استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لأغراض المحافظة على البيئة.

وقام **كبارة)١٤٢٠هـ(** بمحاولة جيدة لتطبيق نظم المعلومات الجغرافية بغرض تحديد وتقييم أفضل المواقع لردم النفايات البلدية في مدينة جدة . واستخدم الباحث بعضاً من المعايير الإفتراضيه، وما

توفر لدية من خرائط الطرق واستخدامات الأراضي لمنطقة الدراسة، وتوصل الباحث لثمانيـــة مواقـــع مناسبة لردم النفايات البلدية. وتعد هذه الدراسة هامة على الرغم من صغرها، وقلة المعايير المســـتخدمة فيها. حيث أن استعانة الباحث بعدد أكبر من المعايير يسهم في تحديد أفضل لمواقـــع الـــتخلص مـــن النفايات. وتتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في بعض المعايير المستخدمة، وبعضاً من الإجـــراءات المنهجية .

وتأتي دراسة أكاركـــازي وآخـــرون(**akarkazi,2001)** متفقـــة مـــع دراســـة **كبـــارة)١٤٢٠هـــ(** في استخدامها لنظم المعلومات الجغرافية لتحديد مواقع مدافن النفايات في مصر، مختلفـــة عنها في الأداة والطريقة المختارة من مجموعة أدوات تقنية نظام المعلومات الجغرافي. فاستخدم البـــاحثون طريقة المنطق المبهم **The Fuzzy Logic Approach** ويعتبر الرياضي زاده (zadeh) أول مـــن قدم هذه النظرية وتتميز تطبيقات المنطق المبهم بتوفير الحلول عندما يكون تقدير حدود قيم الظاهرة غير واضح، واعتمدت الدراسة على تحديد وتسمية المدخلات والمخرجات بدايةً، ثم إنشاء وظيفة العضوية للمنطق المبهم **Fuzzification** ، ومن ثم بناء القوانين والتحليل للتوصل لنتائج كمية والتحقق منـــها **Defuzzification**. وأخيراً تطوير وتعديل النموذج للتوصل إلى القرار الأفضل، معتمـــدين علـــى معايير متعلقة بشبكة الطرق الرئيسية والثانوية ،و البعد عن الموانئ والمطارات والمجاري المائية، و البعـــد عن المناطق المحمية والمناطق الحضرية والأراضي الزراعية. ومن أجل تطبيق المنطق المبهم حولت المعـــايير المستخدمة إلى طبقات قائمة على وظيفة العضوية بحيث تتدرج قيم كل ظاهرة بين الصفر والواحـــد أو نعم و لا، وبالتالي يمكن اختيار أول المناطق التي ترتفع فيها قيمـــة عضـــوية الملاءمـــة ثم الشـــروع في التحقيقات الميدانية. وقد توصلت الدراسة إلى أن أعلى قيم الملاءمة العضوية كانت لحوالي (٣١٤٠٧) بكسل من مساحة منطقة الدراسة. وقد اعتمدت الدراستان السابقتان على تقنيـــة نظـــم المعلومـــات الجغرافية بشكل مفرد.

وأعـــد **الحنبلـــي و اخـــرون)١٤٢٣هـــــ(و ناثويـــت) Nathawat,2003) و بولز (Bowles,2003)** دراسات تطبيقية دمجت بين تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظـــم المعلومـــات الجغرافية. فدراسة حنبلي ركزت على اختيار أفضل المواقع للتخلص من النفايات الصلبة في مدينة

المفرق، بناء على المعايير البيئية الصادرة عن وكالة حماية البيئة الأمريكية **US EPA** والمعايير البيئية المطبقة في بعض الدول الأوربية لإيجاد الموقع المناسب للتخلص من النفايات الصلبة. وبالرغم من أهمية هذه الدراسة فإن الباحثة لم تستطع الحصول إلا على مستخلص لها. في حين هدفت الدراسة الثانية إلى رسم خرائط للأراضي البور القاحلة في بلدية رانتشي في الهند، تمهيداً لاختيار مواقع التخلص من النفايات الحضرية بها. وحددت الدراسة عدد من المعايير الرئيسية التي تنوعت بين المعايير الجيولوجية و الهيدرولوجية والاجتماعية والاقتصادية والجيوتقنية، ويتفرع من هذه المعايير الرئيسية عدد من المعايير الفرعية التي تم الاختيار منها وفق ما يتناسب ومنطقة الدراسة، كما تم تصنيف المعايير إلى مستويات وأوزان وفق أهميتها، وتوصلت الدراسة إلى تحديد خمسة مواقع محتملة للتخلص من النفايات وفق الدرجات النهائية للتقييم الشامل وبالمفاضلة بينها تم اختيار أكثر المواقع امتداداً للأراضي البور القاحلة بها، والمزودة بشبكة نقل كاملة ومتطورة. أما الدراسة الأخيرة فقد تحقق بها رسم خرائط مواقع النفايات المدفونة من خلال دمج بيانات الاستشعار عن بعد وتقنية نظم المعلومات الجغرافية التي تساهم في وضع أساليب لتسهيل المراقبة والتقييم والمعالجة لمواقع النفايات المدفونة، ورصد ما قد تسببه من عمليات التدهور البيئي. واستعان الباحث بمرئيات فضائية لمنطقة الدراسة لفترات زمنية مختلفة بمقارنة القيم الانعكاسية لمواقع النفايات المدفونة كما ظهرت في المرئيات الفضائية . وإنشاء طبقات متعددة (**Layers**) شملت الأراضي الرطبة والطرق والحقول الزراعية ، وبالرغم من دراسة الباحث النظرية إلا أنها ساهمت في توضيح منهجية الدمج بين نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد.

وتأتي دراسة كلاً من بالانيفل و راماسامي **(Palanivel-Ramasamy,2003(** من الدراسات الهادفة إلى بناء نظام معلومات جغرافي للتخلص من النفايات الصناعية والمترلية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بالاعتماد على متغيرات التركيب الجيولوجي وعمق المياه الجوفية، ومناطق الكثافة، ومعالجتها باستخدام وظيفة **buffer** المتوافرة في برنامج **GIS** لاستخراج المواقع المثلى لدفن النفايات عن طريق عملية الجمع **combined** والتراكب أو التطابق، وانتهت الدراسة بتحديد المواقع المثلى للتخلص من النفايات.

وبعيداً عن التقنيات الحديثة جاءت دراسة **سبتان وآخرون)١٤٢٤هـ(** لاختيار موقع جديد لمرمى النفايات البلدية الصلبة في مدينة مكة المكرمة بالاعتماد على العمل الحقلي والمخبري للموقع المقترح كأنسب موقع للطمر الصحي. وخلصت الدراسة إلى اختيار موقع ملائم في وادي ملكان تصل قدرته الاستيعابية لحوالي تسعة ملايين طن من النفايات الصلبة ولعمر زمني افتراضي يتجاوز الثلاثة عشر عاما، واقتراح تصاميم للخلايا والتغطية الوسطية والنهائية وطرق سحب الغازات الخطرة مما يعزز من عمر المرمى الافتراضي. وتفتقر الدراسة إلى خريطة للموقع المقترح بناء على المقومات الفنية والاقتصادية والهيدرولوجية والجيولوجية والطبوغرافية وسهولة الوصول التي اعتمدت عليها الدراسة في اختيار مرمى النفايات البلدية الصلبة الجديد.

دراسة لنكابيس **(Lunkapis,2004(** لاختيار مواقع جديدة لدفن النفايات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، بالاعتماد على الإرشادات الحكومية والمبادئ التوجيهية الصادرة عن وزارة البيئة في ماليزيا لعام ١٩٩٥م، وبالتعاون كذلك مع فريق متخصص في التخطيط العمراني. وتم تحديد مواقع المدافن الجديدة وفق ثمانية معايير عالج الباحث خمسة منها باستخدام وظيفة **Buffer** المتاحة على برامج نظم المعلومات الجغرافية ووضع ما تبقى على هيئة **Layers**. وتوصلت الدراسة إلى تحديد ستة مواقع متفاوتة في درجات ملاءمتها فكان أكثرها ملاءمة موقع واحد. وروعي في اختياره معايير الدراسة إضافة إلى معايير الخطط الإقليمية واحتياجات وتوسعات المنطقة. وأوصى الباحث باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في عمليات إدارة النفايات واختيار المدافن، واستخدام مرئيات الأقمار الاصطناعية أو الصور الجوية للتقييم البيئي للمواقع المقترحة. وتتفق هذه الدراسة مع دراسة الباحثة في استخدامها لتقنية نظم المعلومات الجغرافية وبعضاً من المعايير المستخدمة في تحديد المواقع المناسبة.

أما دراسة **الشريعة و ريتسوس) shreah&retsios,2004)** و دراسة سوماتي وآخرون **) Sumathi,2007(** اعتمدتا على عملية التقييم المتعدد المعايير المتوافرة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لاختيار مواقع التخلص من النفايات. ومن المعايير المستخدمة في عملية التقييم درجة الانحدار ونوعية التربة وسماكتها ودرجة نفاذيتها، واستخدامات الأرض والمعايير الاجتماعية والاقتصادية. ومن ثم وضع وزن لكل معيار وفق أهميته النسبية والاستعانة بوظيفة **Buffer** المتوافرة

بالنظام. وقد انتهت كل دراسة منهما بتحديد عدد من المواقع الملائمة للتخلص من النفايـــات والـــتي تختلف في درجة ملاءمتها ومثاليتها لبناء مدفن للنفايات.

وتجاوزت الدراسات المتعلقة بمدافن النفايات مجرد تحديد المواقع المثلى إلى عمليات التقييم البيئي للمدافن الحالية من خلال دراسة)**الفرج، ١٤٢٦هـ**(حيث أوضحت الدراسة مواقع ردم النفايـــات بدولة الكويت من حيث أعدادها وأماكنها وكمية النفايات الموجودة وكمية الغازات المتصاعدة منها، و طرق الردم وما تشكله من أخطار على صحة الإنسان بالكويت. واعتمدت الدراســـة علـــى المنـــهج التحليلي القائم على الأساليب الإحصائية والكارتوغرافية والتحليل من الصور الجوية بهدف إظهار الآثار السلبية لمواقع ردم النفايات على السكان والبيئة وبيان مدى مطابقة الطرق المستخدمة للـــتخلص مـــن النفايات في هذه المواقع لطرق البيئية السليمة التي وضعتها المنظمات واللجان الدوليـــة المتخصصـــة في مجالات البيئة والصحة. وتوصلت الدراسة إلى أن مواقع ردم النفايات الحالية أصبحت قريبة جدا مـــن المناطق السكنية بسبب عدم وضع التوسع العمراني في الاعتبار عند اختيار مواقع ردم النفايـــات، الـــتي تستوجب اختيار مواقع أخرى بديلة تتبع الشروط البيئية الصحيحة ، ويعاب على هذه الدراسة ســـوء إخراج الخرائط. وبالمنهج نفسه قام **طاهر وآخرون) ١٤٢٩هـ**(بتقييم موقع دفـــن النفايـــات في جنوب شرق الرياض باستخدام مرئيات فضائية لفترات زمنية مختلفة ، بغرض دراسة تطور البيئة المحيطة به عبر الزمن، وتوصلت الدراسة إلى زيادة المساحة التي يشغلها المكب كما تظهره المرئيات الفضـــائية، كما أنه يشكل خطر ممكناً على المناطق الزراعية وخاصة في الأيام المطيرة لارتشاح عصـــارة النفايـــات لنحو ١٦متر و مما يزيد الوضع خطورة وقوعه في اتجاه المجرى الرئيسي لوادي حنيفة، كمـــا أوصـــى الباحثون بضرورة أخذ عينات من التربة و المياه الجوفية للتأكد من عدم تلوث المناطق المجاورة.

وتتفق دراسة **الجـــراح وأبو قـــدس)٢٠٠٥م**(مـــع دراســـــة **)akarkazi,2001)** في استخدام طريقة المنطق المبهم **The Fuzzy Logic Approach** في نظم المعلومات الجغرافية، لتحديد مواقع جديدة لدفن النفايات الصلبة، في مدينة عمان. و قد اعتمدت الدراسة في اختيار المواقع الجديدة لدفن النفايات على معايير متعددة أعطيت أوزاناً معينة وفق الأهمية والتأثير كما يراه مخططـــي البيئـــة، وتمت معالجتها وفق ما أسماه الباحثان بـــ **Fuzzy Sets and Fuzzy logic** . وانتهت الدراسة إلى أربعة درجات متفاوتة لمواقع ظهرت ملائمة لدفن النفايات البلدية الصلبة، وجاء الموقع الأول الأكثر

ملاءمة بينها بدرجة (٩١،١٩%) بناء على المجموع الكلي لأوزان ودرجـــات المعـــايير المختـــارة في الدراسة. وأوصى الباحثان بضرورة تبني مثل هذا النظام المقترح في الدراسة، واســـتخدامه مـــن قبـــل المخططين وصناع القرار لاختيار المواقع المناسبة لدفن النفايات.

أما بالنسبة لدراسة جيفاري **(Javaheri,2006)** لاختيار موقع طمر النفايات البلدية الصلبة فقد استخدم فيه المنهج التحليلي الهرمي في نظم المعلومات الجغرافية لدراسة بيئة مدينـــة جيروفـــت في مقاطعة كيرمان بالجمهورية الإيرانية. كما اعتمدت الدراسة على التقييم المتعدد المعايير، التي نتج عنـــها العديد من الخرائط وتوصلت الدراسة في نهايتها إلى تصميم وإنتاج خريطة تظهر سبعة مواقع ملائمـــة لطمر النفايات البلدية الصلبة. ويلاحظ على هذه الدراسة عدم تقديمها تحليلاً وافياً للخرائط المنتجـــة أو المواقع المقترحة، مع عدم العناية بالإخراج الجيد للخرائط، وتلتقي هذه الدراسة مع دراسة الباحثـــة في استخدام نظم المعلومات الجغرافية للبحث عن أفضل المواقع ، وبعضا من المعايير مع اخـــتلاف نـــوع النفايات موضوع الدراسة.

وتأتي دراسة **قاري وصدقة)١٤٢٧هـ(** متفقة مع دراسة **سبتان واخرون)١٤٢٤هـ(** في الاهتمام بالنواحي الجيولوجية والهندسية عند اختيار موقع مقترح للنفايات مع اختلاف نوع النفايات موضوع الدراسة ومنطقة الدراسة وبعض النواحي المنهجية المستخدمة فيها، وان كانت دراسة قـــاري وصدقة تميزت بإتباع طريقة الأفضلية في دراسة وفحص المواقع والتقييم فيما بينها، ومن ثم اختيار أفضل موقع اعتماداً على أعلى ناتج للتقييم. وبناء على ذلك تم اختيار موقع واحد ملائم للتخلص من النفايات السائلة في مدينة جدة من خمسة مواقع مقترحة، وفق درجة التقييم النهائية لأوزان المعايير العشرة الـــتي اعتمد عليها الباحثان. إلا أن هذه الدراسة افتقرت للخريطة النهائية الموضحة للموقع الجديد المقتـــرح للتخلص من النفايات، والتركيز الواضح على تحليل معياري التربة ونوع الصخور مع إهمال بقية المعايير التي بناءً عليها تم اقتراح الموقع الجديد للتخلص من النفايات. وتلتقي دراسة قاري وصدقة مع دراســـة الباحثة في تطبيق بعض المعايير المحددة للموقع المثالي للتخلص من النفايات باختلاف المنـــهج والأدوات المستخدمة ومنطقة الدراسة موضع البحث.

ومع تعدد الطرق والأدوات والأساليب في نظـــم المعلومـــات الجغرافيـــة ومنـــها منهجيـــة **Weight Linear Combination** المفيدة في اختيار مواقع المدافن للنفايات، والتي استخدمها كلاً

من ماهنيز و كولوماليفا **(Mahins & Cholomalifard,2006)** لتحديد مواقع لدفن النفايات الصلبة في جورجان في الجمهورية الإيرانية، باستخدام بيانات الأقمار الاصطناعية لتقييم مدى ملاءمة الأرض (خلية) التي تتراوح بين صفر إلى مائتين و خمسة وخمسون. وأخذت الدراسة بستة معايير تمثلت في مراعاة عمق المياه الجوفية، و درجة الانحدار، ونفاذية التربة، واتجاه الرياح، والبعد عن المناطق السكنية والطرق. وانتهت الدراسة بتحديد ثمانية عشر موقعا متفاوتة في درجة الملائمة لطمر النفايات.

إضافة لتعدد الأساليب التي زخر بها النظام فإنه تميز عن غيره من البرامج والتقنيات الحديثة بقدرته على محاكاة الواقع من خلال ما يقدمه من خاصية بناء النماذج التي تخدم صناع القرار والمخططين في حل العديد من المشكلات. ومن هذا المنطلق هدفت دراسة ثوسو **(Thoso,2007)** بناء نموذج لاختيار موقع لدفن النفايات باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وفق معايير استخدامات الأرض، وجيولوجية المنطقة والقرب من الطرق وخطوط السكك الحديدية والمياه السطحية. وقد حولت جميع هذه المعايير في مرحلة لاحقة إلى خرائط، وباستخدام عملية الأوزان النسبية أُعطي كل معيار وزنه وفق أهميته ودرجة تأثيره في اختيار الموقع. بعد أن تم بناء منطقة عازلة أو ما يعرف بالنطاق **Buffer**، وإعادة تصنيف خريطة كل معيار ، ليصل الباحث لتحديد موقع واحد كأفضل وأمثل المواقع لبناء مدفن للنفايات.

وبالنهج ذاته نجد دراسة ديسبوتاكس و إكنوموبيولو **(Despotakis & Economopoulo,2008)** لبناء نموذج لمواقع المدافن في جزيرة كريت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. وصنفت معايير الدراسة إلى فئات بحيث تكون الفئة (أ) للمعايير الطبيعية ويتفرع عنها ثمانية معايير ثانوية. والفئة (ب) للأنشطة البشرية ويتفرع عنها ثلاثة عشر معيار ثانوي، والفئة (ج) للمياه ويتفرع عنها خمسة معايير ثانوية، والفئة (د) للمناطق الأثرية ويتفرع عنها ثلاثة معايير ثانوية. وتم تحويل المعايير إلى طبقات **Layers** ، وبإجراء عمليات التحليل المكاني أظهرت نتائج الدراسة أن أعلى نسبة لاستبعاد المساحات غير المناسبة لإقامة مدفن للنفايات كانت للفئة (ب) بنسبة ٦١،٤٠% ، وأدنى نسبة (١،٠٤%) للفئة (د) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

ومن الدراسات في المناطق العربية نجد دراسة **السلمي)١٤٢٨هـ(** لاختيار موقع لرمي النفايات الصلبة لجنوب مدينة جدة والتي تتوافق مع دراسة **سبتان وآخرون)١٤٢٤هـ(** في اعتمادها على العمل الحقلي والمخبري لتحديد الموقع المقترح. وركزت الدراسة على المعايير الجيولوجية في اختيار المواقع. وقد توصلت الدراسة لتحديد موقعين مناسبين لاستخدامهما كمرامي للنفايات الصلبة لتخدم جنوب مدينة جدة. وقامت الدراسة بإجراء عملية تقويم ومفاضلة للموقعين لتحديد المكان ذو الأفضلية الأولى على ضوء المعايير المستخدمة كتحديد القدرة الاستيعابية من النفايات، وبعد الموقع وقربه من مناطق النطاق العمراني والزراعي، و مدى توفر تربة التغطية، وسهولة الطرق المؤدية إليه. وأثبت الدراسة أن الموقع رقم ١ أفضل من الموقع رقم ٢ وأن طاقته الاستيعابية تمتد إلى ٣٣عام في الوقت الذي تمتد الطاقة الاستيعابية للموقع رقم ٢ إلى ١٩ عاماً.

ودراسة **السنباني)١٤٢٨هـ(** في التحري الموقعي لموقع ملائم للتخلص من النفايات لمدينة صنعاء في الجمهورية اليمنية، وقد تم في هذه الدراسة اختيار موقع بديل للموقع السابق في منطقة الأزرقين مستنداً على إجراءات منهجية علمية باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وعن طريقها تم رسم سبع خرائط مختلفة لمنطقة الدراسة تمثل معايير الاختيار وهي سهولة الوصول إلى الموقع، وضع المياه الجوفية والسطحية، والوضع الجيولوجي ، والوضع الطبوغرافي والمناخي، والمحميات الطبيعية، واستخدام الأراضي. وقد مثلت المساحات المستبعدة حوالي ٩١،٥% من مساحة منطقة الدراسة الكلية، وتم اختيار خمسة مواقع واعدة ضمن منطقة البحث، وقيمت تلك المواقع بالاعتماد على المعايير المهيمنة، وباستخدام تقنية نظام إحراز الدرجات **Scoring System** لاختيار أفضل موقعين منها، الأول يبعد عن مركز المدينة حوالي ٣٤كيلومتر وهو الموقع الأكثر ملائمة، في حين يبعد الموقع الثاني ٢٣كيلومتر عن مركز المدينة.

وكذلك دراسة **ثواب) 2008,Thawab (** الهادفة إلى اختيار موقع مناسب لطمر النفايات في محافظة رام الله باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بوصفها أداة مساعدة لعمليات صنع القرار، حيث تم بناء نموذج لاختيار أفضل المواقع وفق المعايير العلمية والقياسات التي بعد معالجتها ثم إخراجها خرائطياً، وباستخدام وظيفة **Buffer** . وتوصلت الدراسة لتحديد أفضل المواقع لطمر النفايات في محافظة رام الله في منطقة بعيدة عن المناطق السكنية الحضرية. وتميزت المواقع المختارة بارتفاع قدرتها

على منع الإرتشاح في الطبقات الحاملة للمياه من النفايات، وفي منطقة طينية ذات نفاذية قليلة، وانحدار أقل من ٥% لمنع أي تلوث، كما تميزت هذه الدراسة بتعدد المعايير المستخدمة وتنوعها بين معايير طبيعية وأخرى بشرية. و تتشابه مع **دراسة كبارة)١٤٢٠هـ(** و **دراسة Thoso)١٤٢٨هـ(** في بعض المعاير والمنهج المستخدم في الدراسة. وتتفق هذه الدراسة مع دراسة الباحثة من حيث بعض المعايير و بعض الأساليب المنهجية .

أما دراسة **البقمي)١٤٢٩هـ(** لتقييم موقع حفيرة لردم النفايات الخطرة في مملكة البحرين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ومعايير اتفاقية بازل، فقد حاولت إنشاء قاعدة بيانات مكانية لمنطقة الدراسة تمهيداً لاستخدامها في عمليات المراقبة والتنبؤ ، إضافة إلى بناء نموذج كارتوغرافي معياري **GIS Model** للمساعدة في إختيار مواقع دفن مستقبلية للنفايات الصلبة الخطرة بالاعتماد على معايير اتفاقية بازل. وعملت الدراسة على توظيف منهجية تحليل المعايير المتعددة **Multicriteria Analysis :MCA** ، و اتضح للباحثة أن موقع حفيرة الحالي يتفق مع سبعة معايير فقط من معايير واشتراطات اتفاقية بازل. كما تبين من خلال النموذج الكارتوغرافي وجود منطقة واحدة ملائمة فقط تتفق مع معايير اتفاقية بازل. وتتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في بعض المعايير المستخدمة لتحديد مواقع مناسبة لدفن النفايات الخطرة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مع اختلاف ظروف منطقة الدراسة.

وتتشابه دراسة كلاً من رحمان و هوغيو **(Hoque& Rahmin,2008)** في بنجلادش ودراسة سيروان **(Serwan,2009)** ودراسة تيوماسي **(Twumasi,2009)** فهي تهدف لتحديد مواقع مثلى لدفن النفايات باستخدام التقييم المتعدد المعايير كأحد أدوات نظم المعلومات الجغرافية. كما أن المعايير المستخدمة في هذه الدراسات تنوعت لتشمل النواحي الطبيعية والبشرية والاقتصادية. وخرجت كل دراسة بتحديد مواقع تتناسب ومنطقة الدراسة.

وتبين دراسة **مختار وآخرون)١٤٢٩هـ(** كيف يمكن أن تكون نظم المعلومات الجغرافية أداة مفيدة لاختيار موقع لدفن النفايات في كلانغ عاصمة ولاية سيلانجور. و قد جمع الباحثون بين أسلوبين في نظم المعلومات الجغرافية وهي التقييم المتعدد المعايير **MCDM** وعملية التحليل الهرمي. وتوصلت الدراسة إلى أن فقط ٦% أي ما يعادل ٣٥٨٨هكتار مناسبة لطمر النفايات. وفي مرحلة لاحقة تم

إختيار أربعة معايير وهي استخدامات الأرض، و شبكة الطرق، ودرجة الانحدار، لمواصلة البحث في المساحة المناسبة عن موقع أكثر ملاءمة لدفن النفايات. وخلال هذه المرحلة أُعطيت المتغيرات أوزان وفق أهميتها ودرجة تأثيرها. والموقع الأكثر ملاءمة هو من يحصل على أعلى مجموع من الدرجات. وقد يؤخذ على هذه الدراسة عدم تحديدها للموقع الأكثر ملاءمة في المنطقة، ومع ذلك فهي تبين منهجاً يمكن أن يتبع عند إختيار موقع لدفن النفايات.

وكذلك هدفت دراسة الشيخ **(Alesheikh,2008)** لاختيار مواقع التخلص من النفايات في سهل قزوين وبناء قاعدة بيانات جغرافية للمنطقة، وتحويل جميع البيانات إلى صيغة ملائمة لـ **ARC VIEW** . وحددت الدراسة المناطق المحظورة مستخدمة طريقة النطاق **Buffering** في نظم المعلومات الجغرافية للتسعة عشر معيار. وفي هذه الخطوة، تم العثور على أربع وعشرين موقعا ملائماً، وفي مرحلة تالية تم إعطاء وزن لسبعة من التسعة عشر معيار وفقا لأهميتها نتج عنها سبعة مواقع ملائمة مختارة أو مقترحة لطمر النفايات ، وأوصت الدراسة على ضرورة إجراء المزيد من الدراسات الأكثر تفصيلاً وتحليلاً لاختيار مواقع طمر النفايات.

ونتيجة لأهمية تحديد مواقع مثلى لمدافن النفايات بادرت بعضاً من الشركات للقيام بدراسات تغطي هذا الجانب. فمثلاً الدراسة التي أعدتها شركة CH2M Hill Inc **(CH2M,2009)** لتحديد مواقع مدافن جديدة للنفايات. وقد أخذت بعين الاعتبار عوامل التضاريس والتربة وحركة المرور والنقل واستخدامات الأراضي والاعتبارات الجيولوجية ونوعية المياه والمواقع الحساسة في المنطقة، والآثار الاجتماعية والثقافية التي قد تنجم في المناطق المجاورة لمدفن النفايات. وبناءً على هذه المعايير توصلت الدراسة لتحديد خمسة عشر موقعاً متفاوتاً في درجات الملاءمة. حيث احتل موقع واحد منها الدرجة العالية من الأفضلية، في حين كانت ستة مواقع ذات درجة ملاءمة متوسطة، والثمانية المتبقية ذات درجة ملاءمة منخفضة.

و لم تقتصر الدراسات المهتمة بالنفايات على اختيار مواقع مثالية للتخلص منها بل امتدت لتحديد مواقع النفايات المطمورة، ودراسة تأثيراتها مثل دراسة **مختار وآخرون (ب.ت)** لاستكشاف النفايات المطمورة وتحديد علاقتها بالمياه الجوفية في وادي إبراهيم باستخدام تحليل الصور الفضائية والجوية والعمليات الحقلية والفحوصات المخبرية للصخور والمياه الجوفية. و كشفت الدراسة عن

تجمعات للنفايات المطمورة في ثلاثة مواقع رئيسة في وادي العشر والمعيصم والمسفلة ، كما استطاعت تحديد مسارات النفايات السائلة، وأوضحت الدراسة أن مواقع النفايات المطمورة تمثل مصدرا لتلوث المياه الجوفية سواء من النفايات الصلبة أو السائلة كما أوصى الباحثين بضرورة توقف رمي النفايات في مرمى المعيصم، واختيار المناطق الجنوبية لوادي ملكان كأنسب المناطق لاختيار مواقع الدفن وتخزين النفايات.

وأخيراً وبالرغم من خطورة العشوائية عند اختيار موقع مدفن النفايات ولاسيما الخطرة منها، وحساسية تحديد موقع المدفن وفق المعايير الدولية، فقد افتقرت المكتبة العربية لمثل هذا النوع من الدراسات، وظلت معظم أبحاث هذا الموضوع باللغة الانجليزية وخارج حدود التعريب. و غطى غموض المنهجية بعض ما وُجد من دراسات عربية، كما بعدت أخرى عن التقنيات الحديثة المعاصرة، لذلك تسعى هذه الدراسة إلى توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مواقع مثلى لدفن النفايات ومعايرة درجة مثاليتها وفق اتفاقية بازل العالمية .

الفصل الثالث : منهج الدراسة

أولًا : إجراءات الدراسة

ثانياً: مراحل بناء النموذج الكارتوغرافي لتحديد أنسب مواقع دفن النفايات

قامت الدراسة الحالية على تحقيق الإستفادة من المنهج الوصفي السببي المقارن الذي يُطبق عـــادة للكشف عن الأسباب الكامنة وراء سلوك أو حدوث ظاهرة معينة بواسطة دراسة العلاقة السببية المحتملة بين متغير وأخر من خلال ما يمكن جمعه من معلومات وبيانات عن الظاهرة أو السلوك المراد دراســـته، كما يقوم هذا المنهج على مراقبة وإيجاد العلاقة التي تنشأ بين المتغيرات المستقلة (الأسباب) و المـــتغيرات التابعة (النتائج) ويتميز هذا المنهج أنه يمكن بواسطته دراسة العلاقة بين عدد كبير من المتغيرات المستقلة وبين نتيجة واحدة)**القحطاني وآخرون،١٤٢٥هـــ،ص٢٠٥**(.كما استعانت الدراســـة بالأســـلوب التطبيقي التقني فمشاكل النظام البيئي مكونه من عدد متداخل ومتفاعل من المتغيرات، لذلك اســـتعانت الكثير من الدراسات وخاصة البيئية ببيانات الأقمار الصناعية أو ما يســـمى بالاستشـــعار عـــن بعـــد **romete sensing** و بتقنية نظم المعلومات الجغرافية **GIS**، أو الدمج بينها في إطار البحث الواحد. واستعانت هذه الدراسة في معظم مراحلها بتقنية نظم المعلومات الجغرافية **GIS** وفق الخطوات و المراحل الآتية)شكل رقم ٨(.

٣_١ : إجراءات الدراسة

يحقق نظام المعلومات الجغرافي تكامل المعلومات التي قد يصعب ارتباطها بطرق أخرى، وبما أنـــه يساهم في بناء توليفات خرائطية مختلفة و تحليل متغيرات عدة، فإن عملية بناء نموذج يحاكي الواقع ويتنبأ بتغيرات المستقبل لا تؤتي أكلها إلا بتتابع منطقي ومدروس لخطوات تشيد أركانها والتي تشتمل على :

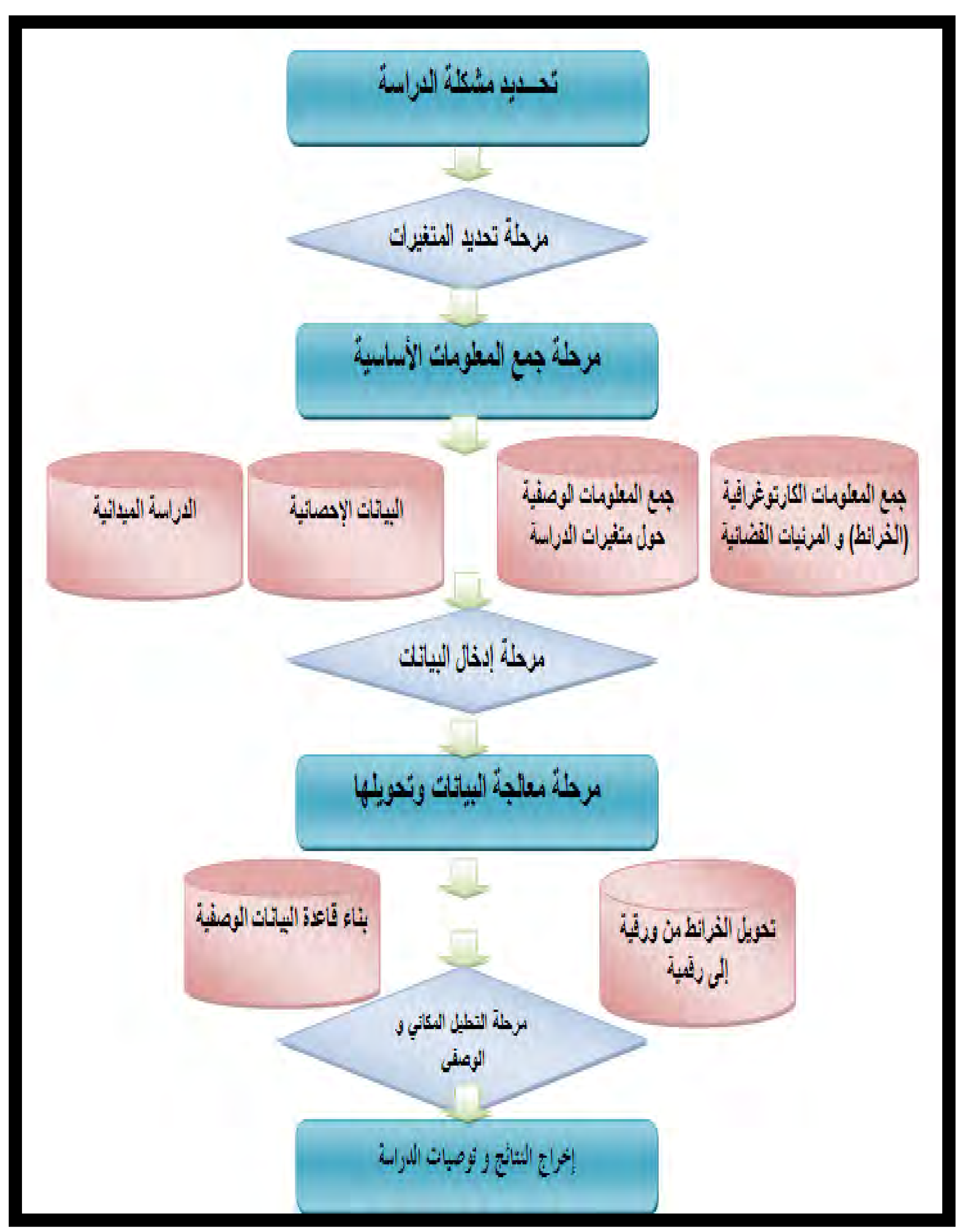
أ_ توفر المتطلبات التقنية من الأجهزة الحاسوبية والبرمجيات

و لتحقيق ذلك استعانت الدراسة ببرنامج **ArcGIS 9.2** مستخدمة الواجهـــات الرئيســـية الـــثلاث للبرنامج :

- واجهة برنامج **Arc Catalog** : لتصميم قواعد البيانات و تخزينها في مجلدات، والقيام بعمليات تصدير البيانات **Export** والتحويل بين صيغ الملفات وفق ما تتطلبه عمليات التحليل.
- واجهة برنامج **Arc Map** لعرض ومطابقة جميع البيانات والخرائط و التعـــديل عليهـــا في عمليـــات التنقيح.
- واجهة **Arc Toolbox** وهي بيئة بدء العمل و تنفيذ عمليات المعالجة المكانية.

شكل رقم (٨)

مراحـــل ســـير الـــدراسة



المصدر : إعداد الباحثة

☒ وقد استعانت الدراسة كذلك ببرنامج **Surfer 9** من سلسلة برامج **Golden Software** وهو أحد البرامج الخرائطية المساحية التي يمكن من خلالها عمل الخرائط الكنتورية و حساب كميات الحفر والردم، كما يقوم بتجسيم سطح الأرض بشكل ثلاثي الأبعاد مستخدماً في ذلك التظليل و الألوان ومزوداً بإمكانية تغير الإضاءة وزاوية العرض و الميل إضافة لإشتقاق الرسوم البيانية وتصدير و استيراد الخرائط والبيانات. وقد استخدمته الدراسة الحالية لتمثيل مجسمات ثلاثية الأبعاد للموقع الحالي لدفن النفايات وللمواقع المقترحة لدفن النفايات بشكل يمكن من خلاله وصف واستنتاج الصفات الجيمورفولوجية والطبوغرافية لتلك المواقع .

ب_ جمع البيانات

تعد مرحلة جمع البيانات سواء كانت بيانات خطية **Vector** أو خلوية **Raster** من أهم المراحل لبناء نظام معلومات جغرافي، فالبيانات من أهم مكونات نظم المعلومات الجغرافية وبقدر تنوع صيغها و هيئتها تتنوع مصادرها و طرق تخزينها و أرشفتها، و **جاءت بيانات الدراسة الحالية تبعاً لمصدرها كما يلي :**

❖ **الخرائط**

تعد الخرائط أفضل مصادر البيانات الجغرافية في بيئة نظام المعلومات الجغرافي. فكل خريطة تحتوي بالضرورة على تركيب مرجعي قوامه الإحداثيات الفلكية أو المترية، وبالتالي يسهل التعرف على إحداثيات أي ظاهرة فيها **) عودة ،١٤٢٦هـ ، ص١٥١(.**

واعتمدت الدراسة الحالية كأي دراسة جغرافية على عدد من الخرائط المتنوعة المواضيع والمصادر المأخوذة عنها وهي :

١. خريطة رقمية لتصنيف التربة لمنطقة المدينة المنورة من هيئة المساحة الجيولوجية بصيغة (TAB) في برنامج **MapInfo** والتي مرت بعدة مراحل حتى يتسنى الاستفادة منها في عمليات التحليل المكاني في برنامج **Arc GIS** حيث تم تصديرها أولاً بصيغة **Auto CAD (dxf)** تمهيداً لتحويلها لـ **Shapefile** و اقتطاع منطقة الدراسة.

٢. خريطة استعمالات الأرض المقترحة بالنطاق الإشرافي لحاضرة المدينة الكبرى الصادرة عن إدارة التنمية الإقليمية بأمانة المدينة المنورة

٣. خريطة الطرق السريعة من خرائط الفارسي للمدينة المنورة وخرائط المخطط الإقليمي للمدينة الصادرة عن أمانة المدينة المنورة.

٤. خريطة أحياء و بلديات المدينة المنورة الصادرة عن إدارة التنمية الإقليمية بأمانة المدينة المنورة.

٥. خريطة جيولوجية للمدينة المنورة من هيئة المساحة الجيولوجية لوحة ٢٤د .

٦. خريطة مسميات الأودية بالمدينة المنورة الصادرة عن أمانة المدينة المنورة.

إضافة لاشتقاق العديد من الخرائط باستخدام أدوات التحليل المكاني**Spatial Analyst**

❖ **المرئيات الفضائية Satellite Images**

تعد المرئيات الفضائية من أفضل مصادر المعلومات والبيانات عن سطح الأرض،كما أنها وسيلة مفيدة جداً للتعرف على مناطق شاسعة يصعب الوصول إليها والتعرف على خصائصها الأرضية. لذلك تم الإعتماد على مرئية القمر الأمريكي إكونوس Ikonos البالغة دقتها ١متر والملتقطة في ٢٠١٠/٦/٦م ، حيث تم اقتطاع منطقة الدراسة بإستخدام برنامج **ERDAS IMAGINE 9.1** لغرض تحديد مواقع الدفن الآمن التي توصلت لها الدراسة وفق معايير اتفاقية بازل .

❖ **نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation Model**

تساعد نماذج ارتفاع الأرض الرقمية **DEM** على فهم طبيعة السطوح الإحصائية **Statistical Surfaces** وطرق تمثيلها كما لو كانت ببعد ثالث، إذ أن أي ظاهرة طبيعية كانت أم بشرية يمكن تمثيلها بسطح إحصائي يتغير ببعد ثالث. ويستخدم في كلتي الحالتين نموذج الارتفاع الرقمي **DEM** لا للتعبير عن قيمتي (XY) فقط بل للتعبير عن قيمة ثالثة وهي المعروفة بقيمة الارتفاع المفترض في السطح الإحصائي وهي المعروفة بقيمة (Z) **) عودة ، ١٤٢٦هـ ، ص١٢٤(.**

واستعانت الدراسة بنموذج ارتفاع رقمي DEM من نوع Aster بدقة (٣٠) متر كأعلى دقة تم الحصول عليها من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، و بإستخدام أدوات التحليل المكاني **Spatial Analyst** تم اشتقاق خريطة حساب المنحدرات **Slope**، و استنتاج خريطة مجاري الأودية بعد إتمام المعالجة الأولية لملف الإرتفاعات الرقمية بواسطة أدوات الإضافة **Arc Hydro Tools9** وهما من أهم الطبقات التي تحتاج إليها الدراسة لتحديد المواقع المثلى لدفن النفايات.

❖ **الدراسة الميدانية**

نُفذت الدراسة الميدانية بغرض جمع البيانات والمعلومات المكانية و الوصفية، و اكتشاف واقع منطقة الدراسة. والوقوف على موقع المدفن الحالي على طريق ينبع – المدينة السريع.

❖ **البيانات الإحصائية**

وهي عبارة عن الجداول والإحصاءات الرقمية أو المعلومات النصية على هيئة أبحاث وتقارير خاصة فيما يتعلق ببيانات المدفن الحالي، وتقدير كمية النفايات وحجمها وأنواعها والتي تم الحصول عليها من إدارة المرمى. إضافة إلى البيانات المناخية التي تم الحصول عليها من هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة لإبراز الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة، وبعض الإحصائيات الخاصة بتقدير الكتلة العمرانية و الكثافة السكانية لأحياء المدينة المنورة تم الحصول عليها من إدارة التنمية الإقليمية التابعة لأمانة المدينة المنورة، إضافة لتقارير المجلس البلدي عن مشكلة المردم الحالي.

ج- إدخال البيانات

تم إدخال البيانات وفق آلية تقوم على إدخال الخرائط الجاهزة بصورة رقمية مسبقاً، أما الخرائط الورقية فاستخدمت الدراسة الماسح الضوئي لإدخالها، أما بيانات الجداول والأرقام الإحصائية المتعلقة بها والتي تعرف بالبيانات الوصفية فتم إدخالها باستخدام لوحة المفاتيح **Key board** ، وتظهر البيانات الوصفية على هيئة جداول تعرف بجداول الصفات **Attribute tables** . وحالما تم إدخال البيانات الوصفية تم ربطها بمختلف الأهداف المكانية بواسطة رموز تعريف **ID**. ويتوقف درجة نجاح استخدام أي قاعدة بيانات في نظم المعلومات الجغرافية على درجة النجاح في الربط بين البيانات المكانية والوصفية)**العزاوي ، ١٤٢٩هـ ، ص ١٠٧**(. حيث تم ربط كل خريطة بجدول يحتوي على البيانات الوصفية للظاهرة المكانية. وتعد عملية إدخال البيانات أكثر عمليات نظم المعلومات الجغرافية تكلفة واستهلاكاً للوقت. فبيانات النظام بشقيها الوصفي والمكاني تمر بعدد من عمليات التحويل و التعديل بطريقة ما لتكون جاهزة للعمليات التحليل، وتصبح ملائمة لبيئة نظام **GIS** .

د- معالجة البيانات وتخزينها Data Manipulation

المعلومات والبيانات في شكلها الأولي غير مناسبة للإستخدام المباشر في نظم المعلومات الجغرافية، وتحتاج إلى معالجة لوضعها في الصيغ والهيئات المناسبة وفقاً لضوابط نظم المعلومات الجغرافية والتطبيقات

المختلفة، وتتمثل أهمية المعالجة في أن البيانات التي يتم جلبها للنظام تكون ذات مقاييس رسم متنوعة وذات درجات مختلفة الدقة و بمراجع استنادية متباينة، كل هذا التنوع يجب أن يوحد بشكل يضمن الجودة وصحة مخرجات النظام **)القرني، ١٤٢٧هـ ، ص١٠٦(**، و من أهم المعالجات التي قامت بها الدراسة الحالية توحيد مساقط الخرائط **Projection** ومراجع إسناد المعلومات المكانية، حيث تم إختيار نظام إحداثي ينطبق مع الخريطة الأساسية وفي هذه الحالة تم الإعتماد على النظام الاحداثي السيني والصادي حيث قسمت الخريطة إلى شبكة من الإحداثيات لتسهيل تحديد نقاط التحكم التي يتطلبها البرنامج، ويعد نظام قطاع مركيتر المستعرض **Mercator Grid System (UTM)** من أهم النظم المستخدمة عالمياً وفي المملكة العربية السعودية، ويتكون نظام مركيتر من مناطق "**Zone**" كل منطقة قدرها ست درجات ومنطقة التداخل بين المناطق المتجاورة قدرها ٣٠دقيقة، وعند تطبيق هذا النظام في نظم المعلومات الجغرافية على المستخدم معرفة "**Zone**" الذي تقع فيه منطقة الدراسة **)القرني، ١٤٢٨هـ،ص٣٠(**. و قد وقعت منطقة الدراسة في **"Zone 37N"**

وقد تم تخزين البيانات داخل النظام و تنظيمها في **Geo-database** حيث تم تخزين جميع الطبقات من نوع **Features Class** و جداولها بنفس قاعدة البيانات تمهيداً لتنقيحها ومراجعتها ثم إدارتها وتحليلها.

هـ- تعديل و تحويل البيانات

وهي عملية هامة تسبق تحليل البيانات تم من خلالها تصحيح الأخطاء الناتجة عن ترقيم البيانات المكانية و الوصفية، ويعد البناء التوبولوجي **Building Topology** أكثر أدوات النظام قدرة في استخلاص تقرير عن مجموعة الأخطاء و مكانها بتحديد قانون أو أكثر من خلال **Add Rule** مما يسهل من عملية الوصول إليها وتصحيحها، فهو يقوم على ترميز العلاقات بين النقاط والخطوط والمضلعات، والتي ترمز ألياً بشكل جداول توضح هذه التفاصيل التوبولوجية **)العزاوي، ٢٠٠٨م ، ص ١٠٥(**. وتتم هذه العملية على مستوى قواعد البيانات الجغرافية و ليس على مستوى كل طبقة منفردة. مما يدعم خاصية الإقتراب من نموذج جغرافي صحيح يحتوي على أنواع مختلفة من الطبقات و يساعد في القيام بالعديد من أنواع العلاقات .

و- التحليل المكاني و الوصفي للبيانات

و تعد من أهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية التي بناء على نتائجها سوف يتم إتخاذ القرارات، و يتولد عنها مجموعة جديدة من الخرائط تعرض أشكال نتائج التحليل المتعدد تضاف إلى قاعدة البيانات الجغرافية وتمثل طبقات جديدة يمكن الربط بينها وبين بعضها أو بينها وبين مراحل أخرى متقدمة من التحليل المكاني **)شرف ، ١٤٢٩هـ ، ص٢٩(**. كما أن التحليل هو القلب النابض الذي بدونه لا فائدة من المعلومات المجمعة والمنقحة، وتأتي الفائدة من الأخذ بهذا الأسلوب في تحديد المواقع المثلى لدفن النفايات الخطرة لما له من قدرة على إبراز إمكانات المواقع من خلال ربط و جمع العديد من طبقات المعايير مع بعضها البعض و إعطاء درجة مثالية وأفضلية لموقع على أخر بشكل أكثر دقة وموضوعية.

واعتمدت منهجية التحليل المكاني المستخدمة في الدراسة بشكل أساسي على التحليل الشبكي **Raster Analysis** القائم على تحويل الخرائط من نمط **Vector** إلى نمط **Raster** و الذي يسجل لكل مربع **Cell** قيمة توضح استخدام هذا الموقع **)عبد الحميد و المسنيد، ١٤٣٠هـ، ص ٢٤(** بغرض محاكاة الواقع وهي ما يعرف بعملية النمذجة **Modeling**، و جغرافياً تمثل الخريطة الواقع الطبيعي للبيئة التي نعيش عليها و تمكن من رؤية الأرض أو لجزء منها على ورقة مسطحة أو على شاشات الحاسب الآلي وفي داخل حيز مكاني صغير دون الحاجة إلى الخروج إلى الميدان. و مجازاً يمكن أن يطلق عليه بالنموذج الكارتوغرافي **Cartographic Model** والذي يمر بنائه وصياغته بعدة مراحل قبل الشروع في تحليله والوصول إلى المواقع الملائمة و المُثلى لدفن النفايات الخطرة وهو ما سوف نتعرض له بالتفصيل لاحقاً في مراحل بناء النموذج الكارتوغرافي.

ز- إخراج المعلومات و النتائج

و هي المحصلة النهائية لتنفيذ جميع الخطوات السابقة بالشكل المطلوب، و هنا تأتي قدرة النظام في استخراج هذه المعلومات وعرضها إما على الشاشة أو طباعتها، و تتنوع هذه المخرجات بين تقارير مكتوبة أو مطبوعة و إحصاءات **Statistics** و رسومات وخرائط **Graphics and Maps** حسب الهدف الذي ينشده المستخدم من تصميمه للنموذج معلوماتي في النظام، وبما أن الباحثة اعتمدت على تصميم نموذج كارتوغرافي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية فقد ركزت الدراسة بشكل أساسي على

المخرجات الخرائطية خاصة خريطة المواقع المثلى لدفن النفايات الخطرة في المدينة المنورة والتي كانت إحدى أهم أهداف الدراسة.

٣_٢ : مراحل بناء النموذج الكارتوجرافي لتحديد أنسب مواقع دفن النفايات

أتاحت نظم المعلومات الجغرافية إمكانية كبرى عبر استخدامها لبناء نماذج خرائطية رقمية تساعد كثيراً في حل العديد من المعضلات التي تتطلب اتخاذ قرار سريع وحاسم وصحيح في الوقت ذاته. ومن هنا توفر لمتخذي القرار وسيلة تمكن من الإرتقاء بالتخطيط ورفع مستوى الخدمات المقدمة وتقليل التكلفة اللازمة لذلك .

ويعكس النموذج المكاني **Spatial Model** "مفهوم الظواهر المتنوعة في عالمنا الحقيقي وخصائصها التي تتركب من وحدات بنائية تمثل الظواهر الحقيقة في صيغ رقمية" **)القرني، ١٤٢٧هـ،ص٢١٤(**. فهو عملية تبسيط الواقع بمكوناته المعقدة إلى عناصر تسهل فهمه للباحثين فيصبح سهل الاستيعاب والتحليل.

وبما أن النموذج هو محاكاة للواقع بمتغيراته ومكوناته وقوانينه، فمن الطبيعي أن تُعايير هذه المكونات في النموذج نفسه من خلال تطبيقه عملياً للوصول إلى النتيجة المقبولة، وتسمى هذه العملية بالمعايرة **Calibration** أو معايرة المتغيرات **Parameters Calibration** ،التي تعد هامة للقيام بعمليات التنبؤ، ولا تعد صحيحة إلا من خلال الفهم للواقع بعناصره وعمليات المعايرة، كما تمكن عملية التجربة للنموذج بأن تجعل منه نموذجاً قابل للتطبيق وتدعم صحة نتائجه النهائية **)الغامدي و درع، ١٤٢٧هـ، ص٢٥(**. و تُعرف **Tomlin** النموذج الكارتوغرافي **Cartographic Model** بأنه عبارة عن مجموعة من الخرائط على هيئة طبقات **Map Layers** تشترك فيما بينها في إطار كارتوغرافي و احد يعتمد على المرجعية المكانية المعروفة بالإحداثيات، كما يمكن أن يحتوي على بيانات **Attribute Data** تحدد المساحة والموقع الجغرافي وبيانات أخرى تتعلق بالخصائص التصنيفية لإقليم الدراسة التي تغطيها **)عزيز، ١٤٢٢هـ، ص٦(**.

وتم بناء نموذج الدراسة وفق معايير واشتراطات المركز الإقليمي للتدريب و نقل التكنولوجيا بالقاهرة إعتماداً على بنود ومبادئ اتفاقية بازل. وذلك بإختيار أحد عشر معياراً من أصل ثمانية وعشرين معياراً، بما يتناسب ومنطقة الدراسة، وما توافر للباحثة من خرائط ومعلومات، مشتملة على

الفروع الأربعة الرئيسية، المعايير الجيولوجية والجيمورفولوجية، و المعـــايير الإقتصـــادية والإجتماعيـــة، والمعايير البيئية، ومعاير القبول الجماهيري. والمتمثلة في البعد عن المناطق السكنية و مركز تولد النفايات و البعد عن المطار والطرق السريعة والمجاري المائية والآبار المنتجة و عمق المياه الجوفية، واســـتخدامات الأرض، ونفاذية التربة، اتجاه الرياح السائدة، ونسبة الإنحدار. ومن خلال الخـــرائط الخاصـــة بكـــل موضوع تم اشتقاق خرائط تحقق قياسات ومسافات ونسب معايير اتفاقية بازل. و لتطبيق النموذج فلقد قامت الباحثة بتنفيذ عدد من المراحل و الخطوات **وهي على النحو التالي** :

٣_٢_١ : تحديد و صياغة المعايير

وتتمثل في مراجعة وانتقاء معايير و اشتراطات المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية بالقاهرة **BCRC-Cairo** الممول من قبل سكرتارية اتفاقية بازل الدوليـــة للـــتحكم في نقـــل النفايات والمخلفات الخطرة عبر الحدود. حيث قام المركز بإصدار مجموعة من الأدلة الإرشادية لاختيار وتصميم وتشغيل مدافن المخلفات الخطرة أو النفايات الصلبة بالمناطق شديدة الجفاف، والتي تم إعدادها بهدف الترويج للممارسات والإدارة البيئية السليمة للمخلفات الخطرة والعامـــة في المنطقـــة العربيـــة)جدول رقم ٣(. وقد صُممت هذه المعايير على أساس مقررات اتفاقية بازل، ومعايير البنك الـــدولي ووكالة حماية البيئة الأمريكية وتوجيهات الإتحاد الأوربي فيما يخص النفايات.)ملحق رقم ١ (.

المعايير الإجتماعية و الإقتصادية :

١- استخدامات الأرض

تعد عملية اختيار موقع لإنشاء مدفن صحي ومثالي ليست بالعملية السهلة، فإيجاد أفضل المواقع يتطلب وضع منطقة جغرافية كاملة في الإعتبار واستبعاد المواقع غير المناسبة وفق أسس محددة، ثم إجراء مفاضلة بين المواقع المتبقية بناءً على مميزات كل منها وتحديد المواقع الأكثر ملاءمة. وتتطلـــب عمليـــة استبعاد المواقع غير المناسبة المعرفة الكافية بالمنطقة والدراسة المكثفة لخرائط منطقة البحـــث والأنظمـــة واللوائح الخاصة باستخدامات الأرض)شكل رقم ٩(، حيث يتم استبعاد المناطق التي لا تتفق مع

جدول رقم (٣)

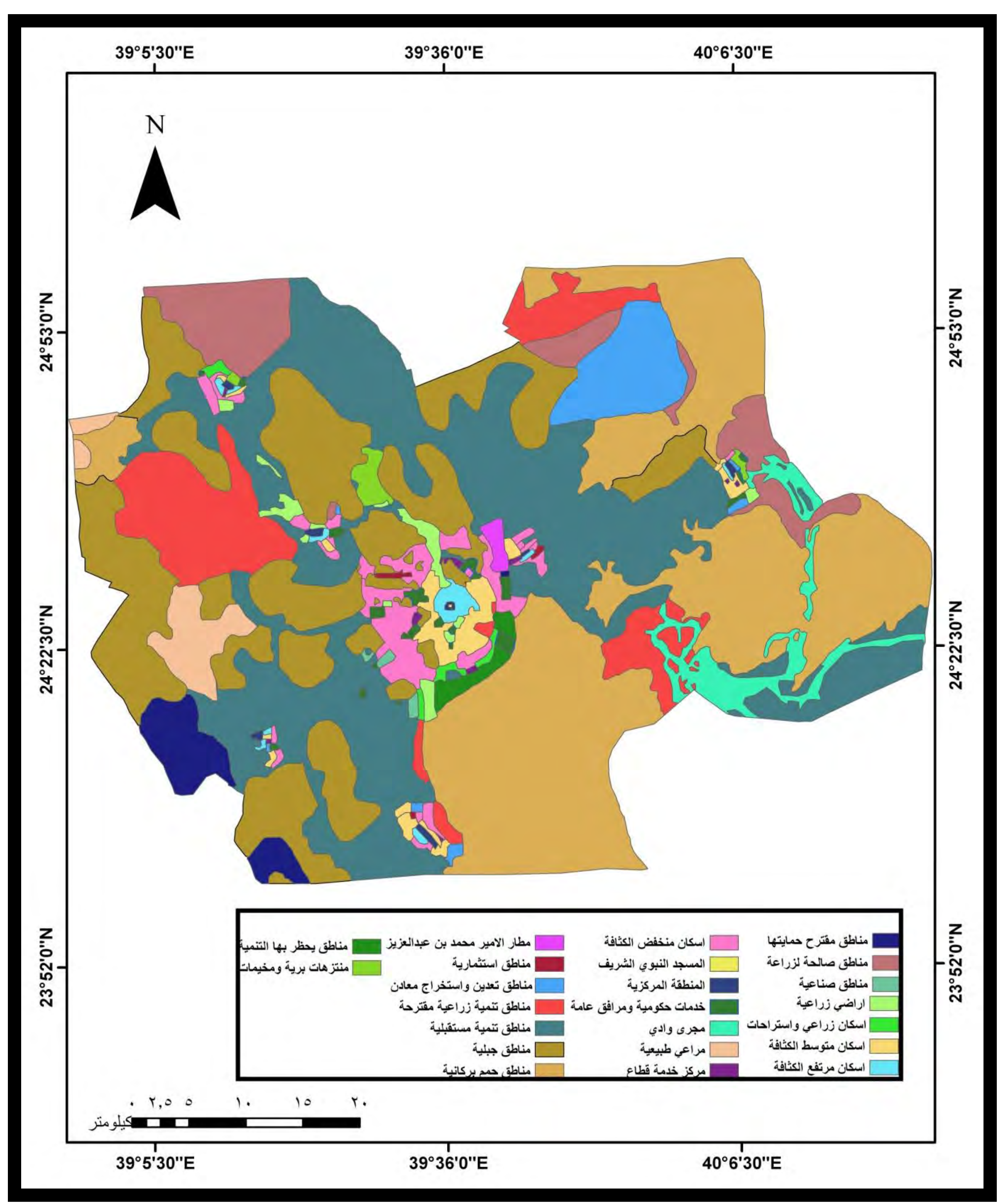
معايير اتفاقية بازل لإختيار مواقع مدافن النفايات

المعيار	المعيار الفرعي	المقياس
المعايير الإجتماعية والاقتصادية	المسافة بين المدفن والمطارات	يتم استبعاد أي موقع يبعد أقل من ٩,٥كم من حدود مطار عام من عملية موقع المنشأة
	المسافة بين المدافن والطرق السريعة الأساسية	مسافة لا تقل عن ٥٠٠متر
	التنظيم العقاري المحلي واستخدام الأرض	الأراضي البور والمناطق الملحية تعد ممتازة لموقع الدفن بينما المواقع كثيفة الزراعة والخضرة تعتبر مواقع سيئة
	البعد عن المناطق السكنية	يبعد عن المشاريع السكنية قائمة أو قيد التخطيط في حدود ٥٠٠ متر من موقع التخلص من النفايات
	البعد عن مصدر توليد النفايات	<٣كم تعد مثالية و ٥٠كم كحد أقصى
الإعتبارات البيئية	الأبار المنتجة	أن تكون المسافة بين مدفن النفايات وأقرب بئر مياه ٢٥كم
	المسافة الفاصلة عن الأودية ومجاري السيول	مسافة لا تقل عن ٥٠٠متر
	عمق المياه الجوفية	> ٢٠٠متر
معايير القبول الجماهيري	اتجاه الرياح السائدة	لابد أن يتم اختيار الموقع في الاتجاه المعاكس لهبوب الرياح نسبة إلى المناطق المأهولة
الإعتبارات جيولوجية وجيومورفولوجية	النسبة المئوية للانحدار	٥% يعد انحدار مثالي
	التربة	أن تكون التربة ذات نفاذية منخفضة

المصدر: إعداد الباحثة بناء على معايير المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية بالقاهرة

شكل رقم (٩)

استخدامات الأرض في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء على خرائط المخطط الإرشادي للمدينة المنورة ١٤٥٠هـ.، الصادرة عن أمانة المدينة المنورة

استخدامات الأراضي المحيطة، فكلما قلت الأهمية الاقتصادية للموقع زادت صلاحيته لتطوير مـــدفن النفايات، فالأراضي البور والمناطق الملحية تعد مواقع ممتازة بينما المواقع كثيفة الزراعة والخضرة فتعـــد مواقع سيئة خاصة وأن المدينة المنورة عُرفت منذ القدم ومازالت بالزراعة التي كانت تعد حرفة أساسية لسكان المنطقة. كما ينبغي أن يحيط بالمدفن منطقة عازلة من الأرض غير مستخدمة في حدود (٥٠ متر) وبحد أدنى (١٥متر) تخصص للحواجز الشجرية الطبيعية أو المجملة.

٢- المسافة بين المدفن والمطارات

يأتي الغرض من هذا المعيار توفير الآمان وتقليل الإصطدام العشوائي للطيور بالطـــائرات خــلال إقلاعها أو هبوطها في المطارات لأدنى حد ممكن ما لم تكن هناك إجراءات احترازية موافق عليها مـــن قِبل مدير الموقع للسيطرة على الطيور. ويرى هذا المعيار استبعاد أي موقع يبعد أقل من (٩،٥كم) عـــن حدود مطار عام من موقع منشأة مدفن النفايات.

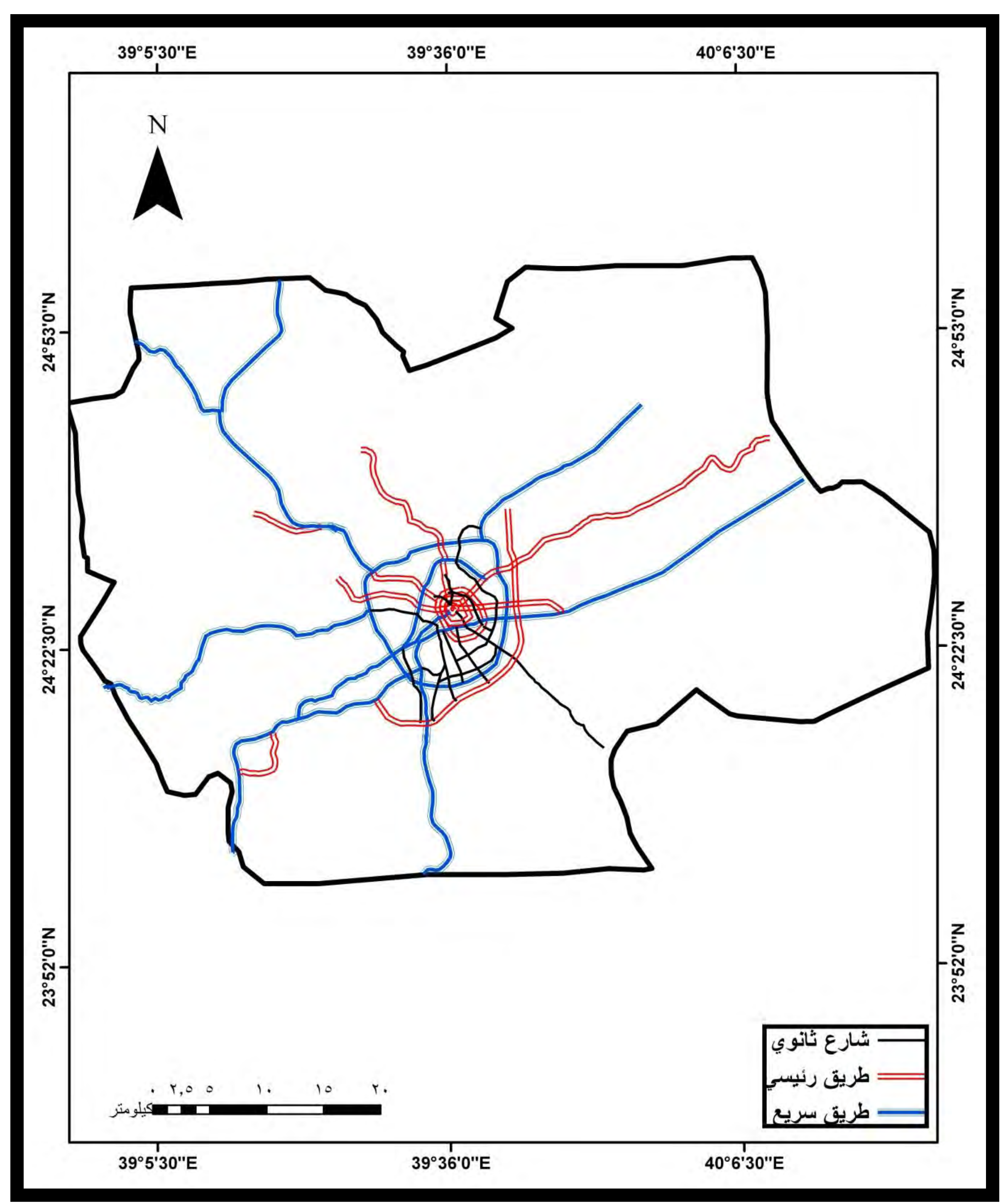
ويعد مطار الأمير محمد بن عبد العزيز المطار الرئيسي الذي يخدم المدينة المنورة وضواحيها. و يقع المطار الذي تم افتتاحه (١٣٩٢هـــ١٩٧١م) في شمال شـــرق المدينة المنورة على بعد (١٥كم) من وســـط المدينة، وكان مطار داخلياً في بداية إنشائه واقتصرت الرحـــلات الدولية إليه في موســـــم الحــــج، وقـــد أدت الزيـــادة الكبيرة في عدد الرحلات فـــي مواسم الحـــج والعمرة إلى تحـــويل المطـــار إلى مطـــار دولي عام (٢٠٠٦م) لينضـــم إلى منظومـــة المطـــارات الدوليـــة في الممـــــلكة العـــــربية السعودية **(www.goca.gov.sa)** .

٣- المسافة بين موقع المدفن والطرق السريعة الأساسية

تعد الطرق هي المحاور المسؤولة عن نقل الحركة الآلية والمترجلة بين أجزاء أي مدينة، وقد حظيت المدينة المنورة بشبكة واسعة من الطرق البرية التي تربط مدن وقرى المنطقة مع بعضها البعض، وأخرى تتصـــل بشبكة الطرق في المملكة عامة، إضافة إلى الطرق الداخلية في المدينة المنورة نفسها حتى أصبحت المدينة ملتقـــى العديـــد مـــن طـــرق الشـــبكة الرئيســـية الـــتي يمكـــن تصـــنيفها حســـب أهميتـــها إلى درجات طرق سريعة، طرق رئيسية وشوارع ثانوية **(**شكل رقم ١٠**)**. ترتبط المدينة المنـــورة بطريـــق سريع ومزدوج مع مكة المكرمة (طريق الهجرة) بطول يصل إلى (٤٢١كم)، كما ترتبط بطريق أخـــر مع محافظة بدر ويتجه هذا الطريق ليصل إلى جدة وطوله (٤١٠كم) وإلى مكة المكرمة وهو الطريق

شكل رقم (١٠)

تصنيف شبكة الـــطرق في المدينـــة المـــنورة



المصدر: الباحثة بناء على خرائط أمانة المدينة المنورة (١٤٣٠هـ)وخرائط الفارسي(١٤٢٥هـ).

القديم المعروف بطريق قوافل الحج، ويصل بينها وبين الرياض طريق سريع طوله (١٠٠٠كم) ويمر هذا الطريق بمنطقة القصيم، إضافة إلى طريق يصل المدينة بتبوك بطول (٦٧٩كم) ويمتد شمالاً ليصل بالطريق المؤدي إلى حدود الأردن وسوريا (www.mot.gov.sa).

و قد رُوعي في إنشاء شبكة الطرق والشوارع الرئيسية داخل المدينة المنورة تيسير الإتصال بين أجزائها و أحيائها دونما حاجة للمرور من وسطها، منعاً للإختناقات المرورية في قلب المدينة، حيث منطقة المسجد النبوي الشريف، ولنفس الغرض أُنشئت طرق دائرية حول المدينة، وقد بلغ عدد الطرق الدائرية حتى الآن ثلاثة طرق طريق الملك فيصل (الدائري الأول)،و طريق الملك عبد الله (الدائري الثاني)،و طريق الملك خالد (الدائري الثالث).ويهدف هذا المعيار للتقليل إلى الحد الأدنى من الآثار البصرية المصاحبة للمدفن على الطرق السريعة أو الرئيسية المتاخمة، ويقترح هذا المعيار مسافة فاصلة لا تقل عن (٥٠٠متر) كحد أدنى عن الطرق السريعة و الرئيسية. في حين يقع المدفن الحالي على طريق ينبع السريع متسبباً في معاناة المسافرين من الغازات والأبخرة والروائح المنبعثة كما جاء في تقارير المجلس البلدي بالمدينة المنورة.

٤- البعد عن المناطق السكنية ومركز توليد النفايات

تتطلب الإدارة الصحيحة لمدفن النفايات موقعاً مثالياً تنعدم به الخطورة، وتقل به المؤثرات السلبية على البيئة لحدودها الدنيا. ويعد رفع درجة المعايير وأخذ الاحتياطات الإجتماعية والإقتصادية والجيولوجية والهيدرولوجية والمناخية آلية جيدة تحافظ على الصحة الإنسانية والسلامة العامة، كما أنها و لاشك أقل كلفة من معالجة أضرار التلوث بعد وقوعه. وعليه فإنه لا ينبغي أن تكون هناك مشاريع تنمية سكنية سواء قائمة أو قيد التخطيط في حدود (٥٠٠متر) من موقع منشأة التخلص من النفايات، حفاظاً على صحة السكان والمكونات البيئية والمرافق الحيوية التي من شأنها خدمة المنطقة. فقد أثبتت الدراسات العالمية أن العيش قرب مدفن للنفايات يشكل خطراً على صحة الإنسان، ففي دراسة أُجريت في منطقة سان فرانسيسكو تبين وجود ارتفاع بنسبة ١،٥% في الولادات الناقصة المتعلقة بالقلب والجهاز التنفسي بين الأطفال المولدين حديثاً والذين عاش أهلوهم سابقاً قرب موقع للنفايات الصلبة أو الخطرة (www.geocities.com/rose) .

ومحلياً، وفي نطاق منطقة الدراسة أكدت جميع الجهود ونتائج الدراسات التي قام بها عدد من الجهات أنه وفي ظل النمو العمران، وتوزيع المنح أحاط العمران البشري بالمدفن الحالي و أصبح قريباً من المناطق السكنية .كما توصلت أبحاث أمارة المدينة المنورة إلى وجود تلوث بالمواد السامة بالمدفن الحالي ومن بين ذلك الزرنيخ السام وبنسبة عالية جداً لأكثر من ثلاثة أضعاف النسبة المسموح بها عالمياً)**المجلس البلدي،١٤٢٨هـ،ص٢**(. ويؤدي التعرض لمعدن الزرنيخ لحدوث مشكلات صحية قد تصل بالشخص إلى حد الوفاة منها مثلاً الإصابة بالتهاب الشعب الهوائية والرئتين كما أنه قد يسبب أوراماً سرطانية لأنسجة الفم)**زللي،٢٠٠٦م،ص٧**(. الأمر الذي دفع بالجهات المعنية لتبني برنامج علاجي للمواطنين المصابين المتضررين من موقع المردم بعد التوصية بإعداد مسح شامل للمنطقة تشترك به الجهات المسئولة وتتولاه بشكل أساسي وزارة الصحة)**المجلس البلدي، ١٤٢٨هـ، ص١**(.

ولحماية المناطق المأهولة والسكان من أي أثار غير مرغوبة للمدفن فقد تم الأخذ بتوصيات وبرامج المخطط الإقليمي الإرشادي (١٤٥٠هـ) للمدينة المنورة فيما يتعلق بتوجيه النطاق العمراني والضواحي والمناطق السكنية المقترحة، و لابد أن يتحقق هذا المعيار بالتوازي مع مركز توليد النفايات فتواجد موقع الدفن على مقربة معقولة من مركز توليد النفايات الخطرة أو محطة التحويل يحقق عائد اقتصادي، ويقلل من تكلفة جمع ونقل النفايات، وعادة ما يوصى بمسافة ٥٠كيلومتر كحد أقصى و ٣كيلومتر كحد مثالي وهي و إن كانت مجدية اقتصادية فإنه ولابد من النظر بتمعن للظروف المحلية لمنطقة الدراسة.

المعايير الجيولوجية والجيمورفولوجية :

١- نفاذية التربة Soil Permeability

للتربة دور هام في عمليات تشغيل المدفن وتطويره فهي مادة التغطية اليومية للنفايات، فلا بد من توفير كميات من الأتربة تفي بإحتياجات الدفن خلال العمر الافتراضي للمرمى، وهذا الشرط على ما يبدو متوفر في المدن السعودية. كما أن التربة الجيدة تمنع انبعاث الروائح من المدفن و تقلل من تعرية النفايات المدفونة وبعثرتها بفعل الرياح.

إن المواقع المناسبة لإنشاء مدفن آمن للنفايات هي تلك التي تكون تربتها ذات نفاذية بطيئة و مسامات ضعيفة كالتربة الطينيـــة والجيرية مما يقلل من تســـرب سوائل المدفن (العصارة أو الترشيح) **Leaching** إلى المياه الجوفية وانتشار الغازات في المناطق المجاورة. فالنفاذية العالية للتربة تسمح بمرور الترشيح الناتج عن عملية تحلل النفايات إلى طبقات المياه الجوفية و بالتالي تلويثها لإحتوائها على مواد كيميائية ونواتج التفاعل بين الأحماض العضوية والمعادن فضلاً عن مذابات متنوعة حاملة لجراثيم وبكتيريا ممرضة يمكن أن تؤدي إلى التهابات خطيرة، مما يعرض البيئة والصحة العامة لتأثيرات سلبية، وينذر بخطر إتلاف تكوينات المياه الجوفية وإفساد باطن الأرض **)الجارالله والدهمش،١٤٢٣هـ، ص٤(**.

واعتمدت الدراسة على نتائج فحوصات وزارة الزراعة والمياه (١٤٠٦هـ) لخواص التربة في مدن المملكة العربية السعودية، وخاصة فيما يتعلق بدرجة النفاذية **Permeability)**جدول رقـــم ٤**(** وهي خاصية التربة التي تسمح للماء بالحركة لأسفل خلال قطاع التربة ، وتقدر بقياس سرعة حركـــة الماء إلى أسفل في التربة المشبعة بالسنتيمتر/ الساعة.

جدول رقم (٤)

درجة النفاذية في التربة حسب فحوصات وزارة الزراعة

درجة النفاذية	تصنيفها
أقل من ٠،١٥ سم/الساعة	بطيئة جداً
٠،١٥ إلى ٠،٥١ سم/الساعة	بطيئة
٠،٥١ إلى ١،٥ سم/الساعة	بطيئة نسبياً
١،٥ إلى ٥،١ سم/الساعة	متوسطة
٥،١ إلى ١٥ سم/الساعة	سريعة نسبياً
١٥سم/الساعة وأكثر	سريعة

المصدر: الخريطة العامة للتربة ١٤٠٦هـ،ص٥١

و جاءت تربة المدينة المنورة في ثلاث مستويات من النفاذية حسب تصنيف وزارة الزراعة والمياه ،نفاذية بطيئة و متوسطة و سريعة نسبياً وقد تجاهلت الدراسة بقية مستويات التصنيف لعدم احتـــواء منطقـــة الدراسة عليها. ويغلب على منطقة الدراسة التربة ذات النفاذية السريعة نسبياً التي تمثل ما يقـــرب مـــن ٥٢% من مساحة المدينة المنورة، و تنتشر في الجهات الجنوبية والجنوبية الغربية، و بعض الأجزاء الغربية والشمالية، وهي تربة غير صالحة لإقامة مدفن آمن للنفايات الخطرة. وتتركز المناطق الصـــالحة لإقامـــة مدفن للنفايات الخطرة في الأجزاء الشرقية و الشمالية الشرقية وذلك يرجع إلى كونها ذات تربات بطيئة النفاذية إلا أنها ذات مساحات قليلة لا تتجاوز ٣% ، وتستحوذ التربة متوسطة النفاذية على ٤٥% من منطقة الدراسة)جدول رقم ٥(وهي تتوزع ما بين الشرق والجنوب الشرقي والركن الشمالي الغـــربي)شكل رقم ١١(.

جدول رقم (٥)

مساحة التربة حسب درجة نفاذيتها في المدينة المنورة

درجة النفاذية	المساحة/ كم٢	النسبة المئوية %
بطيئة	٣٢٩،٥	%٣
متوسطة	٥٣٥٠،٧١	%٤٥
سريعة نسبياً	٦١٠٩،٩	%٥٢
المجموع	١١٧٩٠،١١كم٢	%١٠٠

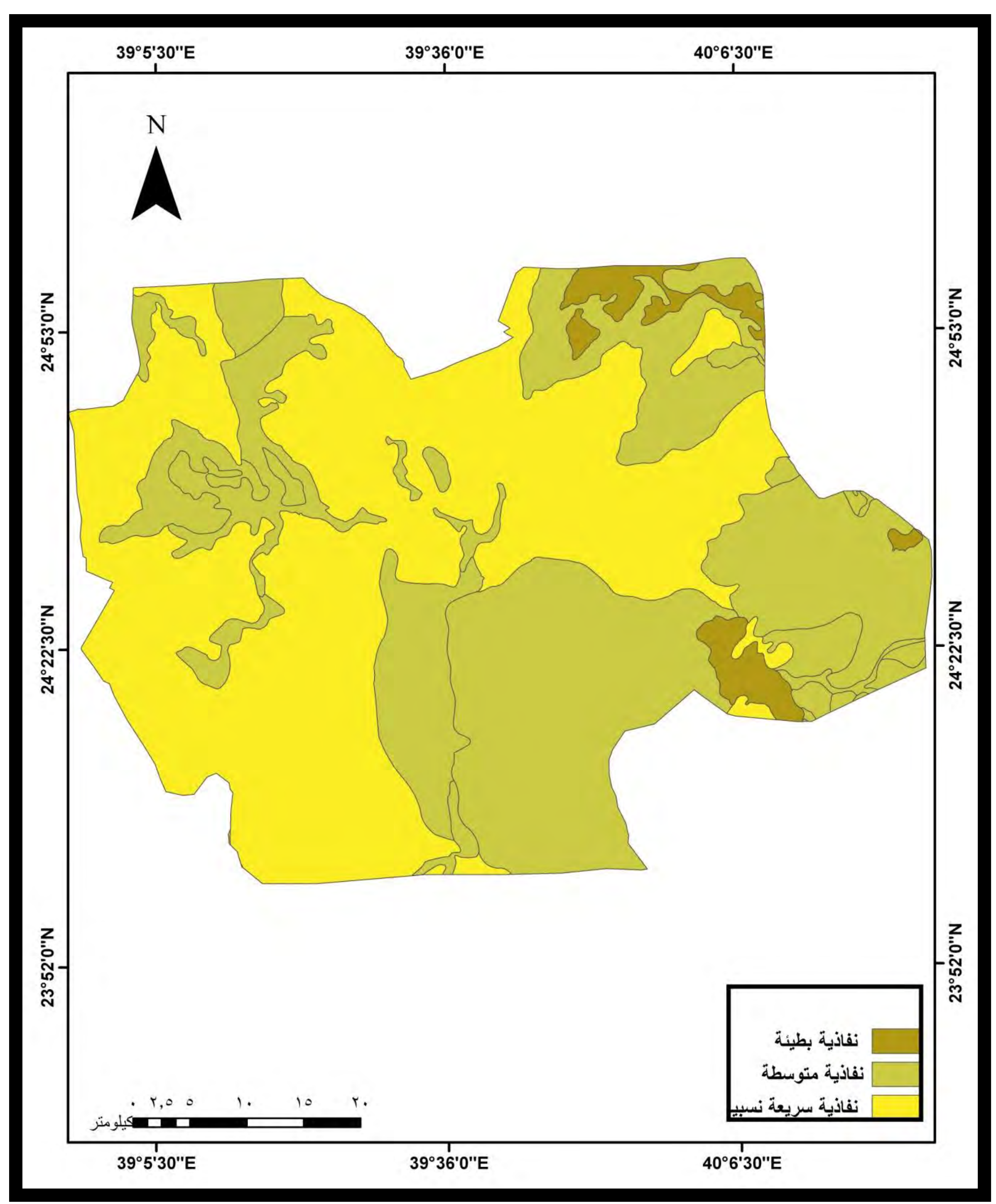
المصدر: حساب الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

٢- الطبوغرافية ونسبة الانحدار

يتضح من خريطة المدينة المنورة أنها تقع داخل حوض تحيط بـــه الجبـــال والمنـــاطق الصـــخرية والتكوينات البازلتيه (الحرات) من جميع الجهات تقريباً. و تخترقها العديد من الأودية الـــتي يتـــراوح ارتفاع أرضها في وسط الحوض بين (٥٠٠-٧٠٠متر) عن مستوى سطح البحر، كما يبرز في هـــذه الأرضية وحولها عدد لا حصر له الكتل الجبلية أو الهضاب أو التلال المتباينة في أشكالها وارتفاعاتها

شكل رقم (١١)

درجة نفاذية التربة (سم/الساعة) في المدينة المنورة



المصدر : الباحثة بناء على خرائط هيئة المساحة الجيولوجية

وأبعادها. ومن بين جنبات هذه الطبيعة الطبوغرافية جاء موقع المرمى الحالي في أعالي منطقة المدينـــة (المفرحات في الجنوب الغربي) في موضع يهدد بتلوث و تضرر المياه الجوفية وتغير خواصـــها الفيزيائيـــة والكيمائية، مما قد ينتج عنه إتلاف النبات والتربة خاصة في المزارع التي تعتمد على هذه المياه.

ومن مبدأ انعدام الأثر على المكونات البيئية فإنه يفضل بشكل عام أن تكون مواقع دفن النفايات محدبة نسبة لما يحيط بها أو تنحدر انحداراً طفيفاً لا يعيق إجراءات الصرف الطبيعي لمياه الأمطـــار، ولا يشكل صعوبة في عمليات الإنشاء والتشغيل، أو يتسبب في تسرب رشـــيح النفايـــات (**Leaching**) لمجامع تكوينات المياه الجوفية التي تغذي المنطقة. وعليه يمكن استبعاد الأراضـــي ذات الانحـــدار الـــذي يتجاوز ٢٥% ويعد الميل أقل من ٥% مناسباً لإنشاء منشأة مستدامة كموقع دفن النفايات الصـــحي والآمن.

المعـــــايير البيئية :

١– الأبار المستغلة و عمق المياه الجوفية

يعد الحوض الرسوبي للمدينة المنورة هو المصدر الرئيسي للمياه في المدينة المنورة منذ القدم، و يمثل هذا الحوض خزاناً جوفياً من نوع مياه جوفية ضحلة **Shallow Ground Water** فما هو إلا أن تحفر بئراً بعمق بضعة أمتار حتى تتفجر المياه، وقد خزنت هذه الميـــاه خـــلال فترات زمنية مطيـــرة مثل عصـــر البلايستوسين)**الخطيب ،١٤٢٦هـــ ، ص٩٣**(.

وقد كان سكان المدينة يعتمدون على هذه المياه في الزراعة والأعمال المترلية، وكنتيجة حتميـــة للجفاف الذي تعرضت له المنطقة والسحب الجائر لهذه المياه فقد جفت بعض الآبار، وارتفعت ملوحة معظمها، وانخفضت مناسيب الماء في أبار أخرى إلى مستويات متدنية بلغت خمسة أمتـــار منـــذ عـــام ١٩٩٩م، الأمر الذي ترتب عليه عدم تغذية الطبقات الحاملة للمياه بالكميات الكافيـــة ممـــا أدى إلى انخفاض مستوى المياه بالخزان الجوفي، الذي يتناقص مستواه سنوياً بمعدل ١–١،٥متر، علماً بأن سماكة الطبقة المشبعة بالمياه في منطقة المدينـــة المنـــورة تتـــراوح بصـــفة عامـــة مـــا بـــين ٢٠–٤٠متـــر) **هيئة الأرصاد الجوية ،٢٠٠٠م،ص١**(. وحالياً تعتبر مياه محطة التحلية بينبع والخزان الجوفي بمنطقـــة الساق والذي يضم مخزوناً مائياً ضخماً من أهم مصادر الشرب للمنطقـــة المدينـــة المنـــورة الإداريـــة)**عليوه ، ١٤٢٩هـــ، ص ١**(.

وبما أن المياه أحد أهم عناصر البيئة والمتأثر الأول بالتلوث ونشاط الإنسان بمختلف أشكاله، وفي سبيل المحافظة عليها وصونها، يجب وضع أبار رصد للمياه الجوفية خارج محيط المدفن في أماكن وأعماق تكفي لتقييم ما إذا كان السائل المترشح ينتقل من أرض المدفن إلى الوحدة العليا للميـــاه الجوفيـــة. و شددت اتفاقية بازل على أن يكون أعلى مستوى للمياه الجوفية على مدى عشر سنوات أسفل قاعـــدة المدفن (> ٢٠٠ متر (كأعلى مسافة مثلى لحماية مكامن المياه الجوفية، وقد تم الأخذ بمواقع أبار المياه الجوفية كما جاءت عن وزارة المياه والكهرباء بالرياض)شكل رقم ١٢(و بإستخدام أدوات التحليـــل المكاني تم إشتقاق خريطة أعماق المياه الجوفية في المدينة المنورة)شكل رقم ١٣(، وكـــإجراء وقـــائي اقترحت اتفاقية بازل مسافة (٢٥كيلومتر) كحد مثالي بين محيط مدفن النفايات وأقرب بئر ماء جوفي مستخدم لأغراض الإمداد بالشرب أو الري أو استعمال للماشية العامة أو الخاصة.

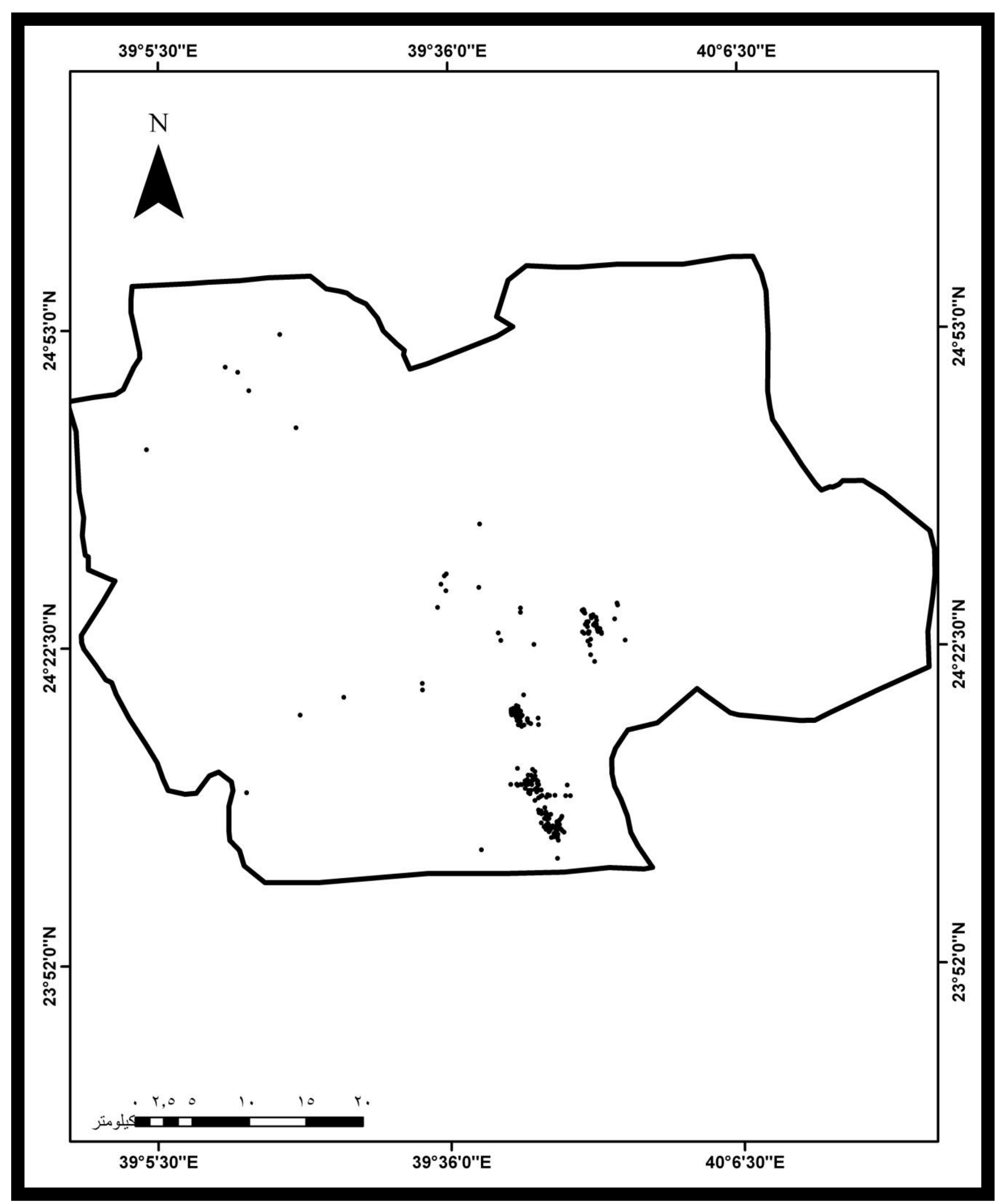
٢- البعد عن مجاري الأودية والسيول

تضم المدينة المنورة شبكة ضخمة من الأودية والروافد والشعاب التي تتدرج في حجمها من مســـيلات ضيقة وضحلة إلى شعاب قصيرة طول بعضها لا يتعدى عدة أمتار مما يجعلها تبرز وكأنها حفر مستطيلة شديدة العمق قائمة الجوانب، إلى أودية ضخمة قد يصل طول بعضـــها إلى عشـــرات الكيلـــومترات)شكل رقم ١٤(وفي موسم الأمطار قد تفيض بعض هذه الأودية أو تجري لمدة قصيرة أو طويلة تبعـــاً لكثافة الأمطار وتكرار حدوثها)**طلبة ، ١٤٢٣هـ ، ص ١٧١**(.

وتتضمن الإدارة الجيدة لمدفن النفايات الإبتعاد عن مناطق التقاء الأودية وبطونها، والتنحي جانباً عن مواجهة خاسرة لسيولها العاتية. فقد يغطي السيل أرض المدفن ويختلط بنفاياته فينقل الملوثات إلى ما قد يعترض طريقه من مجاري مائية سطحية، أو قد يتسرب على جوانبه ويكون مستنقعات آسنة تغري البعوض وتوفر لتكاثره بيئة مثالية، كما قد يأتي السيل قريباً أو في تماس مع أطراف المدفن فينثر النفايات المكشوفة في الأحياء القريبة أو يأخذها معه إلى حيث يذهب.

ودرءاً لمجموعة ما قد يترتب على فيضان الوادي واندفاع السيول على أرض المـــدفن، ولتقليـــل إمكانية تأثير الماء السطحي الملوث الذي قد يخرج من موقع المدفن على أي مجـــرى مـــائي يســـتخدم لأغراض حيوية، فإنه يُوصى باستبعاد أي أرض تقع في حدود (٥٠٠متر) من خط المجرى المائي من كلا الجانبين أو أي موقع لتجمع مياه الأمطار.

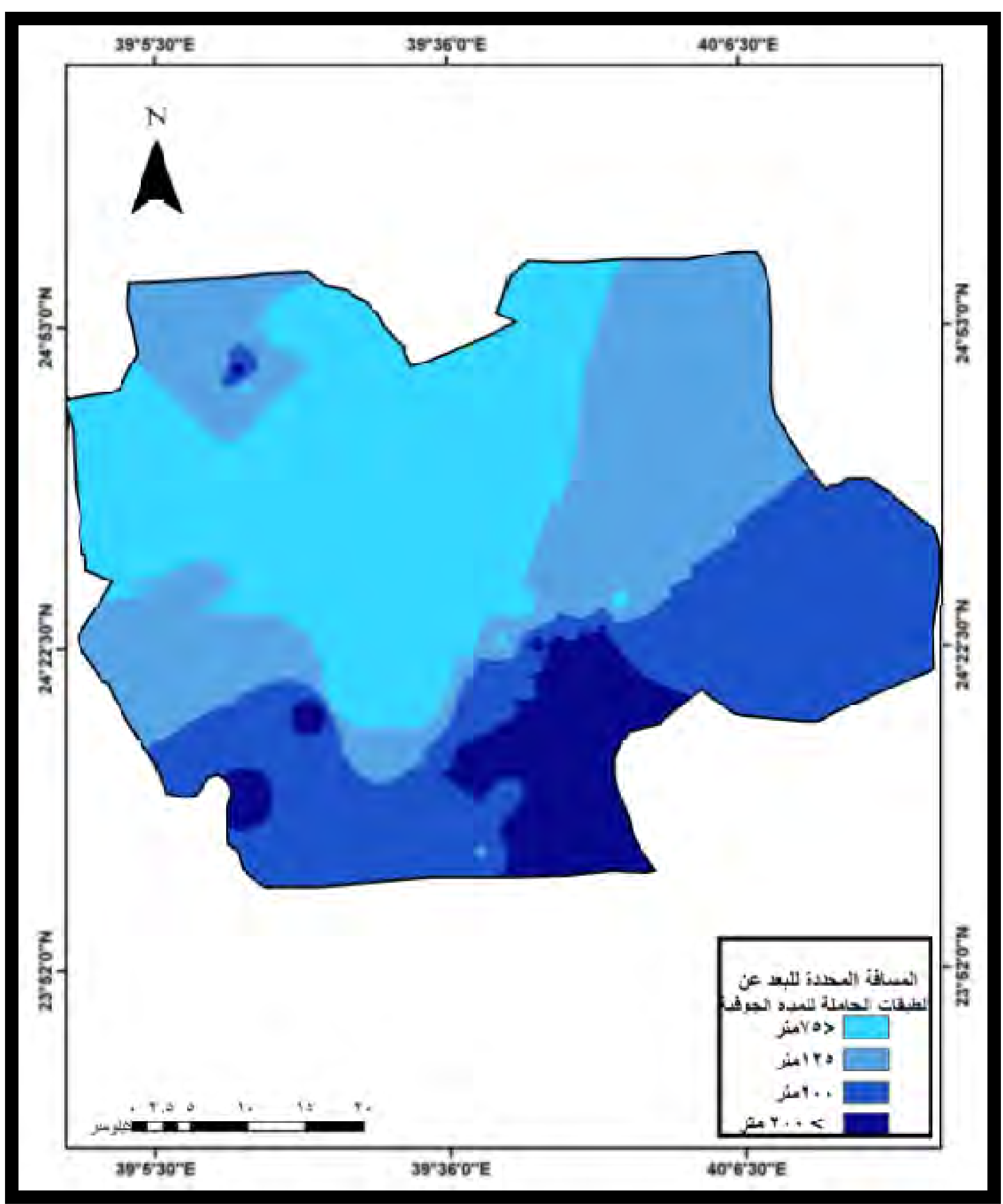
شكل رقم (١٢)
مواقع الأبار المنتجة و المستغلة في المدينة المنورة



المصدر : الباحثة بناء على بيانات وزارة المياه (الرياض، ١٤٣١هـ)

شكل رقم (١٣)

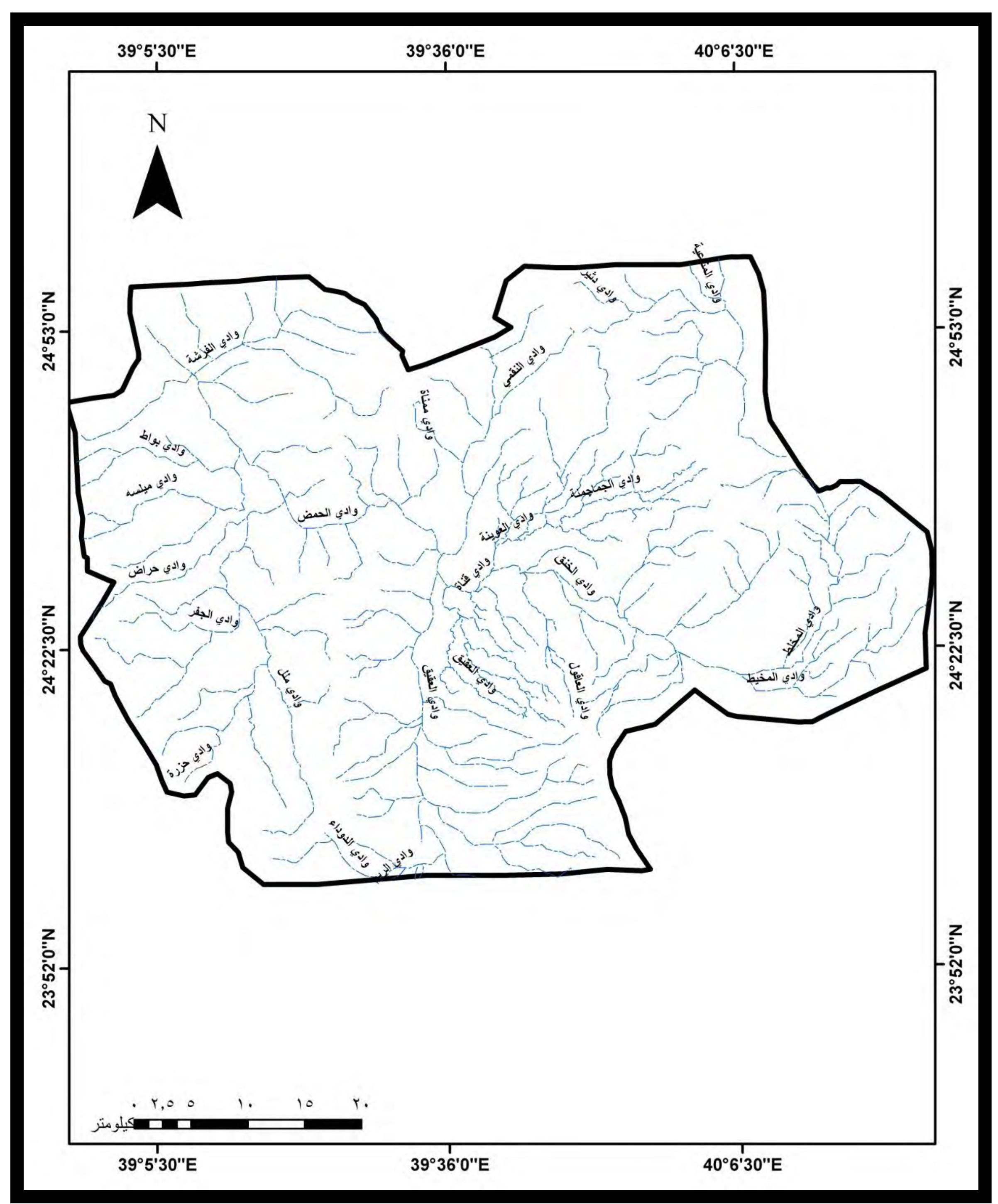
مستوى عمق المياه الجوفية في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء على بيانات وزارة المياه (الرياض،١٤٣١هـ)

شكل رقم (١٤)

الأودية الرئيسية والفرعية في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء على DEM و خريطة مسميات الأودية للمدينة المنورة (١٤٣٠هـ)

معايير القبول الجماهيري:

يُعنى القبول الجماهيري بشكل عام بالآثار المحتملة على الصحة العامة ومستوى المعيشة والقيمة العقارية للممتلكات والأراضي، كما يُعنى بالمقاومة الجماهيرية التي قد ترفض إنشاء مدفن النفايات في منطقة ما لعدة أسباب كمحاولة المسؤولين نقل السكان من مناطقهم السكنية بغرض إنشاء المدفن مما قد يولد المقاومة أو لكون المدفن المزمع إقامته سوف يكون مجاوراً للمناطق السكنية، أو في اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة الأمر الذي سيؤدي لمضايقة السكان وشعورهم بعدم الراحة نتيجة تعرضهم للغازات المتصاعدة من أرض الدفن مما يزيد من المعارضة الجماهيرية لإنشاء وتشغيل المدفن، لذلك جعلت اتفاقية بازل اتجاه الرياح السائدة معياراً أساسياً لإعلان القبول أو الرفض الجماهيري عند التخطيط لمنشأة الدفن الآمن.

١- اتجاه الرياح السائدة:

إن حماية المناطق المأهولة والسكان من أي أثار غير مرغوبة لمدفن النفايات هي الغاية التي ينشدها المخططين والقائمين بمهام تصميم واختيار مواقع المدافن والمرادم .فقد أثبت الأبحاث العلمية أن موقع ردم النفايات يتصاعد منه غالباً مجموعة من الغازات الضارة بصحة الإنسان، و أن التعرض لهذه الملوثات و بتركيز أعلى من المعدلات المسموح بها و لفترات زمنية طويلة أو قصيرة قد يزيد من احتمالات الإصابة بالأمراض الخطرة)**الفرج ، ١٤٢٦هـ ، ص٥**(، إضافة إلى مشاكل الروائح الكريهة والمزعجة الناتجة عن هذه المواقع. وتساهم الرياح بفعالية قوية في نقل الغازات والروائح المتصاعدة من أرض المدفن، وخلق مثل هذه الآثار المحتملة على الصحة العامة، ومن هذا المنطلق حرصت المنظمات والإتفاقيات الدولية والتشريعات البلدية المحلية على ضرورة اختيار وتوضع موقع دفن النفايات في اتجاه معاكس لهبوب الرياح نسبة للمناطق المأهولة بالسكان. مشكلاً بذلك معياراً عالمياً ومطلباً جماهيرياً تجب مراعاته والأخذ به للقبول بإقامة منشأة مستدامة كمدفن النفايات.

وفي ضوء النشرة الجوية للمدينة المنورة للفترة (١٩٧٠م-٢٠٠٨م) المأخوذة عن هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة يمكن تحديد السمات المميزة لإتجاهات الرياح السطحية السائدة لمنطقة الدراسة خلال الفصول الأربعة، حيث يشهد صيف المدينة المنورة سيطرة واضحة للرياح الغربية بتردد نسبي يصل إلى (٩٥%) من إجمالي الرياح الواردة للمنطقة في شهور هذا الفصل، ومتوسط سرعة قصوى

بلغ حوالي (٤٧،٥٨كم/الساعة)، وفي قلة من أيام الصيف الطويل تصل نسبتها إلى (٤ %) تهب الرياح الشمالية الغربية)جدول رقم ٦(.

جدول رقم (٦)

النسب المئوية لهبوب الرياح من الإتجاهات المختلفة في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٠م–٢٠٠٨م)

الفصل	اتجاه الرياح	نسبة التردد الفصلي%	معدل سرعة الرياح كم/الساعة	معدل السرعة القصوى كم/الساعة
الصيف	شمالي غربي	٤	١٢،٩٦	٤٣،٥٢
	غربي	٩٥	١٢،٤٠	٤٧،٥٨
	غرب شمال غربي	١	١١،١١	٤٠،٧٤
الشتاء	شرقي	٥٣	١١،٢٩	٤٦،٥٩
	شرق شمال شرقي	٤	١١،١١	٤٨،٥٢
	شمالي	٢	٨،٣	٤٠،٧٤
	شمال شرقي	٥	١٥،٣٧	٤٢،٥٩
	جنوب غربي	٢	٩،٢٦	٥٥،٥٦
	غربي	٢٣	١١،١٨	٤٧،٧٨
	غرب جنوب غربي	١١	١٠،١٨	٤٨،٧٠
الخريف	شرقي	٥٦	١٠،٥٠	٤٨،٣٠
	شرق شمال شرقي	١	٩،٢٦	٤٤،٤٤
	شمال شرقي	٤	١١،٤٨	٤٢،٢٢
	شمال غربي	١	١٢،٩٦	٦٤،٨٢
	غربي	٣٦	١٠،٢٢	٥٢،٧٢
	غرب جنوب غربي	٢	٩،٨١	٤٠
الربيع	شرقي	١٢	١١،٧٦	٥٨،٠٦
	شرق شمال شرقي	٢	١١،١١	٥١،٨٥
	شمال شرقي	٣	١٤،٨١	٥٣،٧٠
	جنوب جنوب غربي	١	١١،١١	٥٠
	غربي	٦٠	١٢،٧٢	٥٥،٦٨
	غرب جنوب غربي	٢٢	١١،٩٠	٥٤،٢٦

المصدر: حساب الباحثة بناء على بيانات هيئة الأرصاد الجوية

وتتنوع رياح الشتاء في المدينة المنورة وإن كانت السيادة للرياح الشرقية التي تتردد بنسبة تبلـغ (٥٣%) ومتوسط سرعة قصوى (٤٦،٥٩كم/الساعة)، أما بقية أنواع الرياح فهي تتفاوت في نسب ترددها خلال الشتاء فمثلاً تمثل الرياح الغربية ما نسبته (٢٣%)، والرياح غرب الجنوبيـة الغربيـة (١١%)، والرياح شرق الشمالية الشرقية (٤%) من إجمالي رياح شهور الشتاء. ونتيجة للصراع بين الدورة الهوائية الصيفية والدورة الهوائية الشتوية، وعدم وضوح مراكز الضغط الجوي وعـدم ثباتهـا، أصبحت اتجاهات الرياح كثيرة التقلب في فصلي الربيع والخريف)**طلبـة ،١٤٢٣هـ ، ص ٦٨**(.

واستمر الاتجاه الشرقي السمة البارزة لرياح فصل الخريف بنسبة تردد وصلت إلى (٥٦ %)، في حين ارتفع التردد النسبي للرياح الغربية إلى (٣٦ %) عما كان عليه في فصل الشتاء، إضافة إلى تردد نسبي بلغ حوالي (٤%) و(٢%) لكل من الرياح الشمالية الشرقية و الرياح الغربية الجنوبية الغربية علـى التوالي. أما فصل الربيع فقد سادت الرياح الغربية على أجواء المدينة المنـورة بنسـبة تـردد(٦٠%)، والرياح الغربية الجنوبية الغربية بـ(٢٢%) مع انخفاض واضح لترددات الرياح الشـرقية لتصـل إلى (١٢ %)، والرياح الشرقية الشمالية الشرقية (٢%).

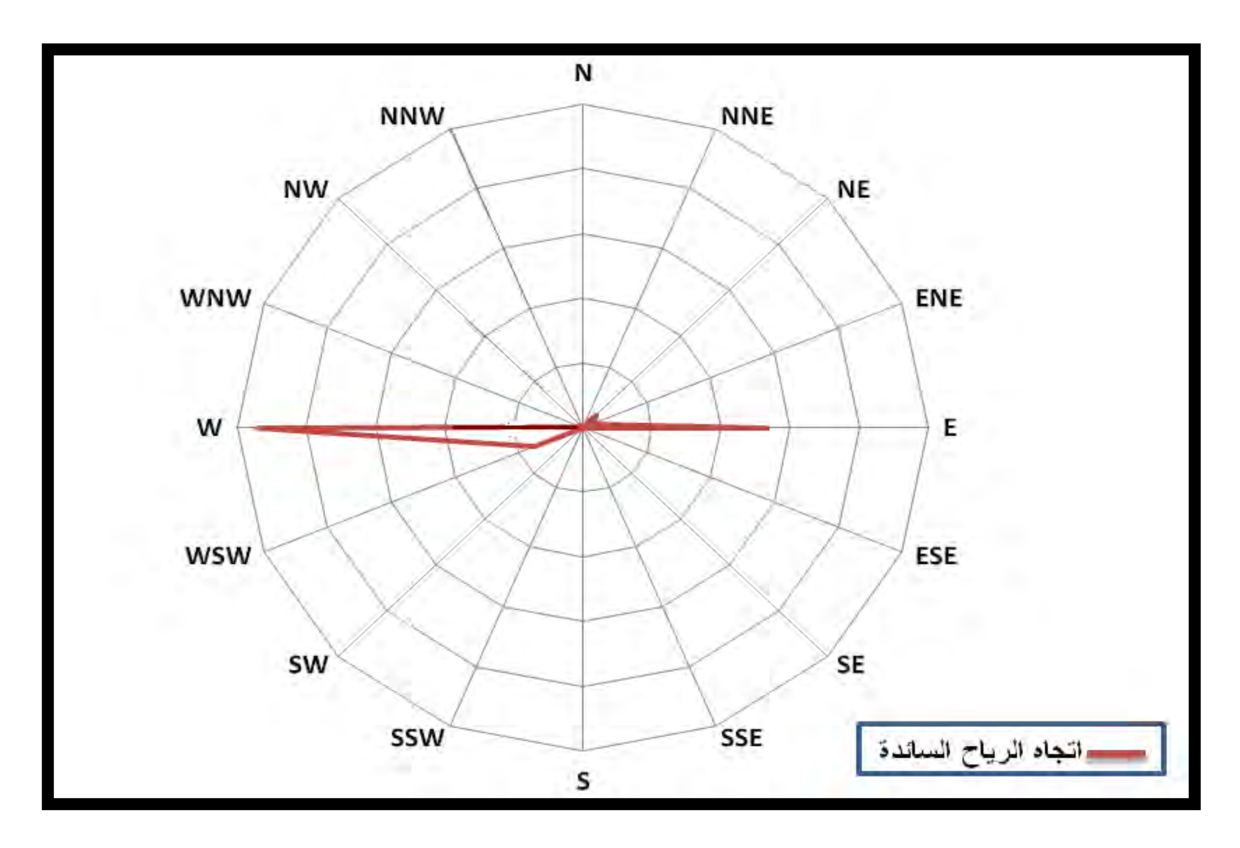
وبصفة عامة نجد أن الاتجاه العام السائد للرياح في المدينة المنورة هو الاتجاه الغربي بنسـبة تـردد تصل إلى (٥٤%) من إجمالي مختلـف الريـاح الـواردة للمنطقـة في الفتـرة (١٩٧٠_٢٠٠٨م))شكل رقم ١٥(.

٣_٢_٢: جمع بيانات المعايير وبناء قاعدة البيانات الجغرافية

قاعدة البيانات هي عبارة عن جمع للبيانات **Data Collection** وتضم بيانات عن ظواهر و موضوعات مختلفة والعلاقة فيما بينها. ويعد بناء قاعدة البيانات من أكثر المراحل التي تتطلب دقـة في العمل وتكلفة مادية وتفاني في الجهد. فهي أساس عمل نظم المعلومات الجغرافية . وهي مجمـوعة من الجداول المكونة من أعمدة **Columns** أو **Fields** وصفوف **Rows** أو **Records** تمثل المعلومـات المخزنة في القاعدة)**العزاوي،٢٠٠٨م،ص١٠٢**(. وتكونت قاعدة البيانات الجغرافية للدراسة الحاليـة من **نوعين رئيسيين ومتكاملين من البيانات:**

شكل رقم (١٥)

اتجاهات الرياح السطحية السائدة في المدينة المنورة



المصدر : الباحثة بناء على بيانات هيئة الأرصاد الجوية

أولاً- **البيانات المكانية Spatial Data**

ويقصد بها الخرائط والرسومات التي تمثل خرائط الأساس، والتي ستوقع عليها الظواهر الجغرافية و يمكن تعريف أي عنصر أو ظاهرة فيها بمجموعة مرتبة من أزواج الإحداثيات السينية والصادية. كما تعد الخرائط أفضل مصادر البيانات الجغرافية في بنية نظام المعلومات الجغرافي **)عودة، ١٤٢٦هـ، ص١٥١(**. ومن المتعارف عليه أن نظم المعلومات الجغرافية تُوظف عادة للتعامل مع البيانات المكانية **Data Spatial** بكفاءة عالية، لذا فإن وجود الخرائط المناسبة يعد مطلباً أساسياً وشرعياً حتى يكون النظام في حالة تشغيله جيدة **)القرني،١٤٢٧هـ،ص٤٨(**.كما تتنوع البيانات المكانية التي يتعامل معها النظام في هيئتها ونمطها. وفي هذه الدراسة تم الاعتماد على نمطين من البيانات المكانية في بناء قاعدة البيانات الجغرافية:

❖ - **البيانات الشبكية Raster Data**

ويعتمد هذا النمط على تقسيم الفراغ إلى شبكة خلايا **Grid Cells** ذات أبعـاد ومسـتويات تفصيلية **Resolution** مختلفة، وتأخذ كل خلية رقم أو قيمة معينة تشير إما إلى نوع من الظـواهر أو تصنيف محدد للظاهرة وقد تكون هذه القيمة نوعية أو كمية)**الغامدي، ١٤٢٣هـ ، ص٩**(. وقـد جاءت خريطة نسبة الإنحدار الناتجة عن معالجة نموذج الارتفاع الرقمي DEM لمنطقة الدراسة بصورة خلوية. وفي مرحلة متقدمة تم تحويل جميع خرائط المتغيرات الخطية إلى الـنمط الشـبكي خاصـة وأن عمليات النمذجة لا تكون إلا في هذا النوع من البيانات.

❖ -**البيانات الخطية Vector Data**

وهي عبارة عن أشكال معرفة هندسياً. وتستخدم بها فكرة شبكة الإحداثيات المتعامـدة **Cartesion Coordinates System** كعنصر رئيسي)**محمد، ٢٠٠٨ ، ص٢٥**(. و تتألف في هذه الدراسـة من :

١- **النقاط Points** : والتي استخدمت لتمثيل الظواهر الممكن تجاهل أبعادها، وهي مواقع أبار المياه الجوفية، ومركز تولد النفايات.

٢-**الخطوط Lines** : والتي استخدمت لتمثيل الظواهر التي يمكن إهمال سمكها مقارنة بطولها، وهي في هذه الدراسة الطرق السريعة ومجاري الأودية .

٣-**المضلعات Area/ Polygons** : والتي استخدمت لتمثيل الظواهر التي لها أبعاد معتبرة وهي متغيرات نفاذية التربة، المطار، موقع المدفن الحالي، استخدامات الأرض و المناطق السكنية .

ثانياً_ **البيانات الوصفية Attribute Data**

وتسمى أيضاً البيانات غير المكانية أي ليس لها بعد مكاني، وهي إما معلومات رقميـة كميـة **Quantitative** أو معلومـات غـير كميـة **Qualitative** كالأسمـاء والعنـاوين)**العزاوي،٢٠٠٨م،ص١٠٤**(. ففي نظم المعلومات الجغرافية تتطلب خريطة أي ظـاهرة جغرافيـة مكانية جمع بياناتها الوصفية وتحضيرها في جداول. ويعطي كل جدول معلومات عن الطبقـات، فـإذا كانت طبقة نقاط نجد بجدولها أسماء تلك النقاط و إحداثياتها، وإذا كانت الطبقة مضلعات نجد بجدولها

إحداثيات المضلع ومساحته ومحيطه وهكذا. والبيانات الوصفية للدراسة الحالية تمثلت في تصنيف أنواع التربة درجة نفاذيتها و تصنيف استخدامات الأرض ونسبة الإنحدار، وأسماء الطرق وغيرها من البيانات **)**الشكل رقم ١٦**(**.

٣_٢_٣: معالجة المعايير باستخدام وظائف التحليل المكاني Spatial Analysis

تعتمد المنهجية المتبعة لتحديد واختيار مواقع مثلى لدفن النفايات على بعض أساليب التحليل المكاني والإحصائي لتحليل البيانات ومعالجتها والتي تمتلك نظم المعلومات الجغرافية إمكانية إجرائها بصورة موضوعية من خلال برنامج **Arc GIS 9.2** الذي تم استخدامه في هذه الدراسة .

ويمكن تعريف التحليل المكاني **Spatial Analysis** على أنه "منهجية تحليليه لتصميم قدرة موقع ما تدعم نشاط محدد" **)عبدا لحميد والمسنيد، ١٤٣٠هـ ، ص١٩(** . وبما أن بيانات هذه الدراسة جاءت في نمطين النمط الشبكي والنمط الخطي فإنه من الأهمية إيضاح كيفية القيام بعمليات التحليل المكاني وفق ما يناسب كل نمط .

أ -أسلوب تحليل المتجاورات Neighborhoods Analysis

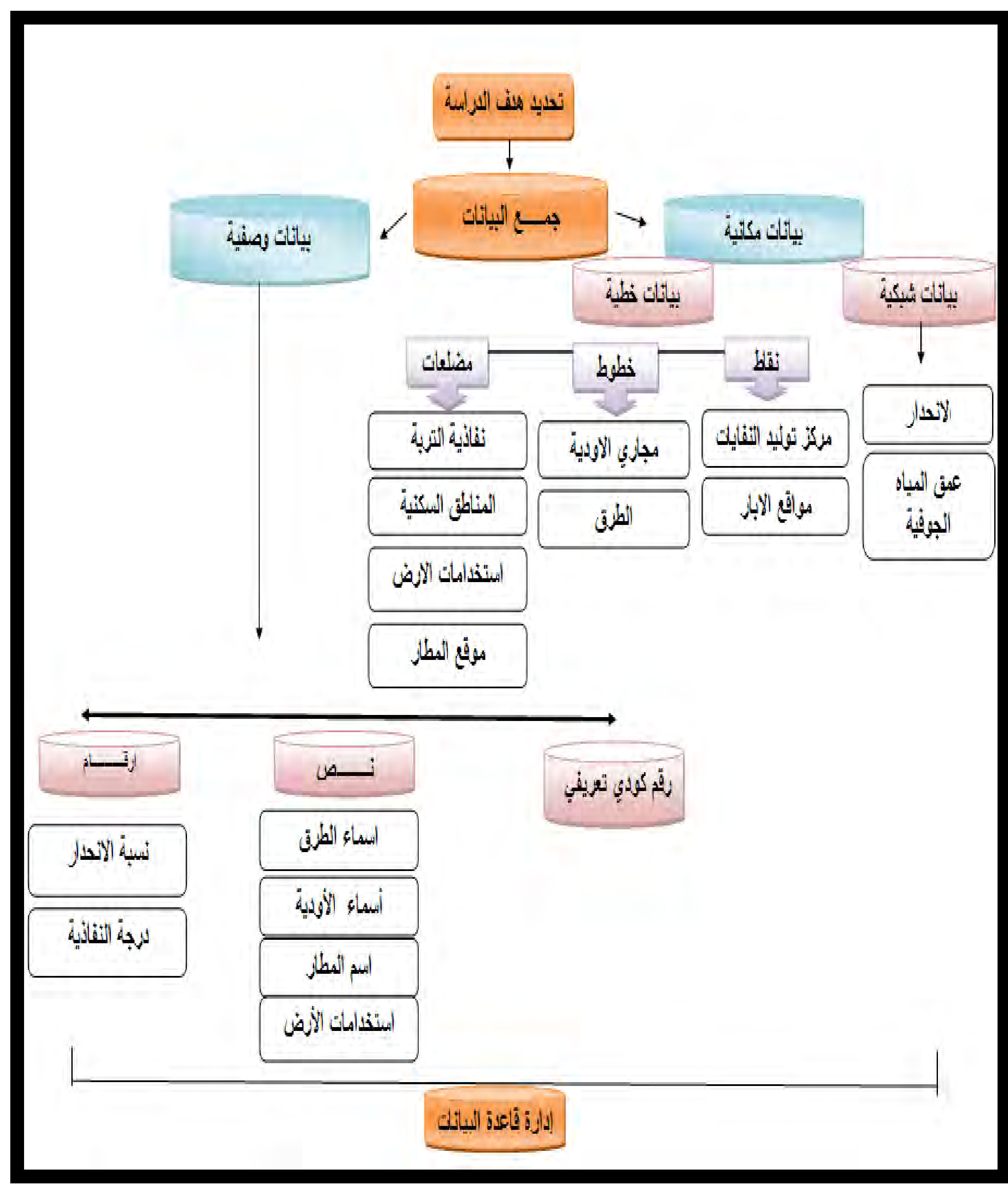
ويتضمن هذا الأسلوب عدداً من الوظائف وهي: وظيفة الجار الأقرب Nearest-Neighbor، وظيفة المركز المتوسط، والمسافة المعيارية **Mean Center& Standard Distance**، وظيفة المسافة **Point Distance**، وظيفة صنع الحدود حول الظاهرة **Buffers** **)غضبان، ٢٠٠٩ ، ص ٦٣(**. ومن مجموعة وظائف تحليل المتجاورات اعتمدت الدراسة على:

١-وظيفة صنع الحدود حول الظاهرة Buffers

وهي من أهم العمليات المستخدمة في التحليلات المكانية والفراغية ويقصد بها دائرة النفوذ الجغرافي المكاني للظاهرة، وهي تمثل بدائرة للظواهر النقطية أو مساحة معينة للظواهر الخطية أو المساحية وهي كذلك عبارة عن صنع نطاق حول الظواهر بتحديد مسافة النطاق الذي نرغب بتحديده حول الظاهرة **)الدويكات،٢٠٠٣م،ص١٤٢(** وبما أن متغيرات الدراسة تعتمد على مسافات محددة فإنه تم استخدام

شكل رقم (١٦)

مراحل بناء قاعدة البيانات الجغرافية



المصدر : الباحثة

هذا الأسلوب لإجراء التحليلات اللازمة للوصول للمواقع المثلى لدفن النفايات وتقييم موقـع الـدفن الحالي، وذلك من خلال رسم ثلاث نطاقات حول كل معايير الدراسة أُعطي فيها كل نطـاق درجـة رقمية للملاءمة بحيث تراوحت القيم الناتجة بين ١١ و ٧٧ بإعتبار أن أعلى قيمة يعني أعلـى ملاءمـة والأدنى قيمة أقل ملاءمة مع تفاوت درجات الملاءمة فيما بينهما وذلك بعد جمع الدرجات التي يحققها كل موقع حسب المسافات المتفاوتة المحددة لكل معيار من معايير بازل **)**جدول رقم ٧**(**.

جدول رقم (٧)

القيم المحددة لدرجة الملاءمة

النطاق المحدد	درجة الملاءمة	حالة النطاق	مجموع الدرجات	النسبة المئوية%	حالة الموقع
خارج النطاق الثالث	٧	مرتفع	٥٧،٧٦ _ ٧٧	٧٥،١% _ ١٠٠%	مرتفع الملاءمة
النطاق الثالث	٥	متوسط	٣٨،٦ – ٥٧،٧٥	٥٠،١% _ ٧٥%	متوسط الملاءمة
النطاق الثاني	٣	منخفض	١٩،٢٦_ ٣٨،٥	٢٥،١% _ ٥٠%	منخفض الملاءمة
النطاق الأول	١	غير ملائم	١١_١٩،٢٥	١٤% _ ٢٥ %	غير ملائم

المصدر: الباحثة

ب_ أسلوب تحليل سطح الأرض Terrain Analysis

وهو من أهم أنواع التحليلات التي لا يستغني عنها أي مستخدم لتقنية نظم المعلومات الجغرافية، خاصة و أن تطبيقاته تتنوع من تطبيقات هندسية وزراعية وبيئية ومساحية. وتكمن منهجية هذا الأسلوب في إنشاء صورة نقطية تمثل ارتفاع سطح الأرض، ثم تنفيذ سلسلة من الخوارزميـات بغـرض اشـتقاق المعلومات الطبوغرافية من هذه الصورة النقطية**) محمد،٢٠٠٨،ص٥١(**. وأُستخدم هـذا الأسـلوب الخاص بالبيانات ذات النسق الخلوي لتوليد طبقة نسبة الانحدار **Slope** بعد معالجة نمـوذج الارتفـاع الرقمي **DEM** في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، و الذي ينـدرج ضـمن أدوات التحليـل المكـاني

Spatial Analysis Tools ⟹ **Surface Analysis** ⟹ **Slope**

ج _ أداة الإشتقاق **IDW (Inverse Distance Weighted)**

عند محاولة دراسة ظاهرة متغيرة حسب الزمان و المكان مثل عمق الطبقات الحاملة للمياه الجوفية فإنه من الصعب إجراء قياسات لجميع المنطقة المدروسة خاصة إذا كانت تمتد على مساحة واســـعة لأن هذا العمل مكلف مادياً وعملياً، لذلك فالأسلوب العلمي في هذه الحالة أخذ عينات متفرقة لهذه المنطقة ثم التنبؤ بالنقاط المجهولة التي لم يأخذ منها العينات، هذه العمليات الرياضية تسمى بالإشتقاق المكـــاني **Interpolation** وتستند هذه العملية على النقاط المعلومة في تنبؤ النقاط المجهولة بإســـتخدام نمـــاذج رياضية معدة سلفاً داخل البرنامج وهناك ثلاث أساليب مشهورة داخل بيئة نظم المعومات الجغرافية **Kriging _ IDW _Spline)المطلق ، ١٤٣٠هـــ، ص٣(**. وجميعها صممت لتحقيـــق نفـــس الهدف، وإن كانت الأولى أسهل إستخداماً، والأخيرة أكثرها تعقيداً. واستخدمت الدراســـة الحاليـــة أسلوب **IDW** لإنتاج خريطة سطحية تقوم على البيانات النقطية بإستخدام مسافة عكسية موزونة أو ذا ثقل وهو في هذه الحالة موقع البئر المنتج للمياه **)Graterole,2008,p11(**، و يتميـــز هـــذا الأسلوب بأن القيم المتنبأ بها لن تتجاوز قيم العينات المعلومة، مما يسهل على المستخدم قراءة الخريطـــة الناتجة.

د_ أدوات الأرك هيدرو **Arc Hydro Tools9**

وهو ملحق يمكن إضافته مجاناً من موقع الشركة : **) gis.esri.com (** وتم بواسطته اســـتخراج شبكة مجاري الأودية الرئيسية والفرعية بالاعتماد على نموذج الإرتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة، وكخطوة أولى يـــتم معالجـــة ملـــف الإرتفاعـــات الرقميـــة عـــن طريـــق الأوامـــر الموجـــودة في قائمـــة **Terrain Preprocessing**حيث يتم إلغاء الأماكن المقعرة و المنخفضات لأن هذا البرنامج يفتـــرض أن كل خلية **pixl** تؤدي إلى خلية مجاورة لها حتى يتم الوصول إلى مخرج الحوض المائي والذي يجمـــع جميع الخلايا ووجود هذه المنخفضات سوف يؤدي إلى انقطاع المجاري المائية و عدم اتصاله مع ما هـــو أسفل منه لذلك يفضل عادة تنفيذ هـــذه الخطـــوة أولاً تلافيـــاً لمـــا قـــد يحـــدث مـــن المشـــاكل **(www.Cadmagzine.net)** ، وبإستخدام وظيفة **Flow Direction** تم الحصول على شـــبكة

اتجاه الجريان حيث يقوم المعالج بتحديد أي الخلايا أكثر انخفاضاً بالنسبة للخلية المركزية و تحديد اتجـــاه الجريان وينتج عن ذلك طبقة من نوع **Raster**، ثم في خطوة تالية يـــتم حســـاب تجمـــع الجريـــان **Flow Accumulation** و في هذا الأمر يقوم البرنامج بإنشاء ملف شبكي تحتوي كل خلية فيه على قيمة وهذه القيم تمثل عدد الخلايا و يدل عددها على مقدار ما يتراكم فيها من كمية الجريان و يمكن بواسطتها تحديد الأودية ذات الجريان المائي الكبير، و باستخدام **Stream Definition** تمت معالجة الطبقة السابقة وتحديد عدد المجاري المائية كثيرة أو قليلة حسب ما يتناسب مع الهدف مـــن الدراســـة. وبعد ذلك تأتي خطوة تقسيم هذه المجاري المائية **Stream Segmentation** و إعطاء كل مجـــرى مائي رقم مستقل يميزه عن غيره **)رحمـــة، ٢٠٠٤ م، ص١٢(**، وبتحويلـــها إلى ملـــف **Vector** تم استخراج مجموعة الأودية الرئيسية و الفرعية في المدينة المنورة، و بالرغم من تعدد أدوات المحلل المكـــاني لإستخراج المجاري المائية إلا أن ملحق أدوات **Arc Hydro Tools** يتميز بأن معظـــم الخطـــوات لا تحتاج لتدخل المستخدم فهي تسير بخطوات متتابعة من الأعلى إلى الأسفل.

كما تميزت نظم المعلومات الجغرافية بقدرتها على تحليل التوزيعات المكانية بكفاءة عالية، فتوافرت بها أدوات عدة للتحليل الإحصائي للبيانات المكانية، و التي تتفاوت من حيث درجات التعقيد، ومـــن أهم الأساليب الإحصائية التي استعانت بها الدراسة :

١– أداة المركز الجغرافي المتوسط Mean Center

تم الإستعانة بهذه الأداة في تحديد مركز توليد النفايات مما يسمح بعدم توطين مـــدفن النفايـــات بالقرب من أو بداخل المناطق المأهولة. و توجد هذه الوظيفة ضمن قائمة الأدوات التحليلية الإحصائية في برنامج Arc Gis 9.2 تحت قائمة

Spatial Statistics Tools ⇨ Measuring Geographic Distributions ⇨ Mean Center

٢– أداة التوزيع الإتجاهي (القطع الناقص المعياري)

لإختبار توزيع الظواهر الجغرافية (النقطية)، لإكتشاف إذا ما كانت مواقع الدفن المقترحة لها نمط معين في التوزيع، وتحديد أكثر جهات منطقة الدراسة ملائمة لدفن النفايات الخطرة وفق معاير بـــازل. ويمكن الوصول لهذه الوظيفة من

Spatial Statistics Tools ⟹ Measuring Geographic Distributions ⟹ Directional Distribution

٣- أداة حساب المساحة Calculate Areas

لحساب مساحة منطقة الدراسة ومواقع الدفن المقترحة حيث تقوم هذه الأداة بحساب مساحة المضلع والطبقة الخارجة هي طبقة سيقوم البرنامج بإنشاؤها وسيكون جدول بياناتها غير المكانية **Attribute Table** نسخة طبق الأصل من الجدول الأصلي مع إضافة عمود جديد اسمه **F_Area** به مساحة المضلع **(داوود ، ٢٠٠٩م ، ص٣٥)** ويمكن الوصول إليها من

Spatial Statistics ⟹ Utilities ⟹ Calculate Areas

٣_٢_٤ : تحويل جميع الخرائط إلى النموذج الشبكي Rasterization

بما أن عمليات النمذجة تسهل التعامل مع البيانات في النمط الشبكي فإنه تم تحويل جميع خرائط المتغيرات الخطية **vector** إلى النمط الشبكي**raster** . فعملية النمذجة ما هي إلا تعميم لصفات الظواهر بغرض تحديد سلوكها، وطريقة الخلايا في تخزين البيانات في حالة النمط الشبكي هي أيضاً عملية تعميم بحد ذاتها لصفات الظواهر **(الدويكات،٢٠٠٣م،ص٦٣)**. وبمجرد إيجاد المسافة المستقيمة **straight line** للمتغيرات الخطية تنتج تلقائياً طبقات شبكية تضاف كطبقة جديدة داخل البرنامج، وهي تمثل مقدار البعد عن المتغير المدروس **(Thoso,2007,p37)** وتقاس أبعاد هذه الطبقة بوحدات الإسقاط المختارة، كما أنه إذا اخترنا حجم الخلية صغير فهذا سيجعل المسافات الناتجة كثيرة لكثرة الـ **pixels** و العكس صحيح لذا عمدت الدراسة على جعل ٣٠ متر كحجم خلية لمجموعة الطبقات الناتجة عن هذه الوظيفة بما يتناسب مع حجم الخلية في نموذج الإرتفاع الرقمي **DEM** بشكل يوفر تطابق كآفة خرائط النموذج.

٣_٢_٥ : إعادة التصنيف Reclassification

و تفيد هذه الخطوة في تحديد نطاقات من عمل الباحث وإعادة ترتيب و توزيع الخلايا مما يسهل من عملية التعامل معها إضافة لإستخدامها كملف **Criteria** في النموذج، و يتم تنفيذ أمر **Classify**

من شريط **Spatial Analyst** ومن خلاله استطاعت الباحثة تحديد أكثر الخلايا ملاءمـــة ومثاليـــة لإقامة مدفن للنفايات الخطرة، وذلك بعد إعادة تصنيف جميع المعايير لعشرة فئات و إعطـــاء الخلايـــا الأكثر ملاءمة رقم عشرة و أقلها ملاءمة رقم واحد لينتج عن إعادة تصنيف كل معيار طبقة جديـــدة تضاف تلقائياً لواجهة البرنامج تمهيداً لعمليات الجمع والمطابقة .

٣_٢_٦ : وزن المعايير Weight

تلعب تقنية نظم المعلومات الجغرافية دوراً كبيراً في تحديد المواقع االمناسبة لدفن النفايات من خلال ما تتمتع به من النظرة الشمولية الواسعة، و قدرتها على الربط بين جميع العوامل و المتغيرات المـــؤثرة في تحديد هذه المواقع التي تتنوع في طبيعتها من معايير جيولوجية وجيمورفولوجيـــة و معـــايير اجتماعيـــة واقتصادية وبيئية والقبول الجماهيري ذات الإختلاف في شدة تأثيرها وتأثرها و درجة ضـــررها مـــن مجاورة مدفن النفايات، و ما قد ينتج عنه من انعكاسات. فما يمكن تعويض قصوره بالتصميم و العمل الهندسي يعد أقل أهمية من معيار قد يسبب التجاوز عن تحقيقه طبيعياً وبدرجة عالية من المثالية ضـــرراً على صحة البشر و عناصر الحياة الأساسية ولو بنسبة ضئيلة، خاصة وأن اتفاقية بازل تؤكد على أنـــه يجب أن يكون أثر موقع مدفن النفايات الخطرة على المكونات البيئية والبشرية معدوماً.

لذلك فإن نظم المعلومات الجغرافية قد زودت بمرونة مفاضلة المتغيرات وإعطاء أحـــد المعـــايير المؤثرة وزناً ونسبة أكبر من باقي المتغيرات، ومن هذا المنطلق لجأت الدراسة لإستخدام القيم الموزونـــة **Weight** بإعطاء العناصر المؤثرة في نجاح منشأة الدفن وزناً أكبر من العناصر الأخرى، و قد تعـــددت أدوات نظم المعلومات الجغرافية في حساب مدى تأثير أوزان المعايير، فوظيفة **Weighted Overlay** المندرجة تحت قائمة **Spatial Analyst Tool** تمكن المستخدم من إدراج أوزان المتغيرات شريطة أن يكـــون مجمـــوع الأوزان الكلـــي ١٠٠% **(Agnes,2006,p39)** و تســـاعد وظيفـــة **Raster Calculator** كذلك في إدخال أوزان المعايير، والفرق بينهما هو تعدد خيارات الأولى التي توفر إمكانية العودة إليها إذا كان لدى الباحث أي إضافة على النموذج و تغيير الأوزان، وقد لجـــأت الدراسة للوظيفة الثانية لسهولة استخدامها بالنسبة للباحثة.

كما يوجد العديد من المناهج المختلفة و المتبعة عند تخصيص أوزان المعايير وفق أهميتها فمنها على سبيل المثال أسلوب **Ranking Methods** هو أبسط الطرق لتقييم أهمية الأوزان حيث تعتمد على

رؤية صانعو القرار في تحديد أفضلية معيار على أخر و هي تفتقر للأساس النظري، في حين يتطلب أسلوب **Rating Methods** تقدير الأوزان سلفاً بتخصيص نقاط تتراوح بين ٠-١٠٠ حيث صفر للمعيار الذي يمكن تجاهله أو الأقل أهمية و ١٠٠ للمعيار الذي يجب النظر فيه أو الأهم بين مجموعة المعايير وهي مثل سابقتها لا تستند للأساس النظري، إضافة لأسلوب **Trade-off Analysis Methods** و **Pairwise Comparison Methods** ويعتمد الأخير على أسلوب المقارنات و خلق مصفوفة بالإعتماد على عدد من الخطوات المتسلسلة وهي تتشابه كثيراً مع المنهج الذي استخدمته الدراسة الحالية لوزن المعايير حسب تأثيرها و أهميتها في نجاح منشأة الدفن الصحي **(sener , 2004 , p35-40).**

وقد تم تحديد أوزان المعايير و الأهمية النسبية لكل منها بناء على تجارب الدراسات و الأبحاث السابقة إضافة لرؤية الباحثة بعد دراسة أوضاع منطقة الدراسة و الدروس المستفادة من موقع الدفن الحالي. وقد استخدمت الدراسة عملية التحليل الهرمي **Analytic Hierarchy Process (AHP)** وهي واحدة من مجموعة أدوات تساعد في صناعة القرار المتعدد المعايير، وهي نظرية رياضية للقياس طورها العالم توماس سآتي، وتم إثباتها رياضياً وأُخضعت لتجارب عديدة في مجالات الإدارة والإقتصاد **(Guttmam & Hlee, 1955,p4)** و هي أفضل طريقة للتعامل مع المشاكل الغير واضحة المعالم بحيث يتم حصرها ضمن إطار نظامي هرمي الشكل. و بها يتم تحديد أهمية كل معيار بالنسبة للمعيار الأخر المقابل له، حيث يتم وضع قيمة موزونة لكل معيار مقابل بقية المعايير بالنسبة للهدف في المستوى الأعلى أو مشكلة البحث **(Kontos,2005,p11)** و القيم التي تستخدم لمقياس الوزن يُعبر عنها بعبارات مفاضلة بين المعايير وضعها أيضاً توماس سآتي (جدول رقم ٨) .

وتمر عملية التحليل الهرمي بمراحل متتابعة من وضع مصفوفة المقارنات الثنائية المتبادلة بين معايير الدراسة بقيم تتراوح بين ١-٩ كما جاءت عن توماس سآتي أولاً ، ويجب أن يكون قطر المصفوفة واحد صحيح لأنه يمثل المعيار مع نفسه، وتمثل القيم أعلى القطر معكوس القيم أسفل القطر، وبعد إتمام المفاضلة الرقمية يتم جمع الأعمدة وقسمة كل قيمة على المجموع الكلي ليتم في النهاية جمع الصفوف في مصفوفة المقارنات واستخراج الوزن النسبي، وبناء على عملية **(AHP)** خرجت الدراسة بأوزان متغيرات الدراسة وفق الأهمية النسبية لكل منها (جدول رقم ٩) (الدرجات التفصيلية ملحق رقم ٢).

جدول رقم (٨)

مقاييس الأهمية النسبية وفقاً لتصنيف توماس سآتي

الوزن بالقياس الرقمي	التفسير بالقياس اللفظي
١	تساوي الأهمية
٣	أحد المعيارين أهم بدرجة متوسطة من الأخر
٥	أحد المعيارين أهم بدرجة قوية من الأخر
٧	أحد المعيارين أهم بدرجة عالية جداً من المعيار الأخر
٩	أحد المعيارين أهم بدرجة قصوى
٢. ٤. ٦. ٨	قيم وسطية تستخدم بين الأوزان السابقة عند المقارنة الرقمية

المصدر: **(محمد وشياد ،٢٠٠٩م،ص٣(**

جدول رقم (٩)

أوزان معايير الدراسة بإستخدام عملية التحليل الهرمي Analytic Hierarchy Process (AHP)

المعيار	المناطق السكنية	التقائية	الجوفية	الاودية	الابار	استخدامات الارض	الانحدار	الطرق	المطار	التولد	الوزن
المناطق السكنية	1	3	5	2	2	2	3	7	5	7	0.22
التقائية	0.333	1	3	5	2	5	2	7	7	7	0.18
الجوفية	0.2	0.333	1	5	2	5	5	7	7	7	0.16
الأودية	0.5	0.2	0.2	1	3	2	3	5	5	5	0.11
الابار	0.5	0.5	0.5	0.333	1	5	5	7	7	7	0.12
استخدامات الارض	0.5	0.2	0.2	0.5	0.2	1	3	5	5	3	0.07
الانحدار	0.333	0.5	0.2	0.333	0.2	0.333	1	7	7	7	0.07
الطرق	0.143	0.143	0.143	0.2	0.143	0.2	0.143	1	3	3	0.03
المطار	0.2	0.143	0.143	0.2	0.143	0.2	0.143	0.333	1	3	0.02
التولد	0.143	0.143	0.143	0.2	0.143	0.333	0.143	0.333	0.333	1	0.02

المصدر: الباحثة بناء على نتائج تحليل(AHP)

والسبب في اعتماد هذه المنهج لتحديد الأوزان لما تميز به من قدرة عالية في عقد المقارنـــات وتحكـــيم الصفات الملموسة والمجردة على حد سواء وقابليتها للتفاعل الجيد مع المشـــكلات البســـيطة والمعقـــدة (**kordi,2008,p9**(، كما أن لمصفوفتها نسبة للثبات يستدل بها على صحة الأحكـــام وعـــدم تناقضها)**الغامدي ، ٢٠٠٧، ص٥**(، وقد وصلت نسبة ثبات مصفوفة الدراسة (٠,٠٩) تقريباً مما يعني أن أحكامها تتصف بالثبات، لأن أي مصفوفة مكونة من عشرة معايير يجب أن لا تزيد نسبة ثباتها عن (٠،١٠) .

وقـــد تقاربـــت نتـــائج عمليـــة (**AHP**) لتحديـــد الأوزان النســـبية للمعـــايير مـــع دراســـة (Kontos,2005 وآخرون (و دراسة (Mahini,2006(بالنسبة لما جاء متشابهاً بينهم مـــن معايير داخلة في بناء النموذج واختيار المواقع المناسبة لدفن النفايات .

٣_٢_٧ : تطبيق النموذج و تحديد أنسب المواقع لدفن النفايات

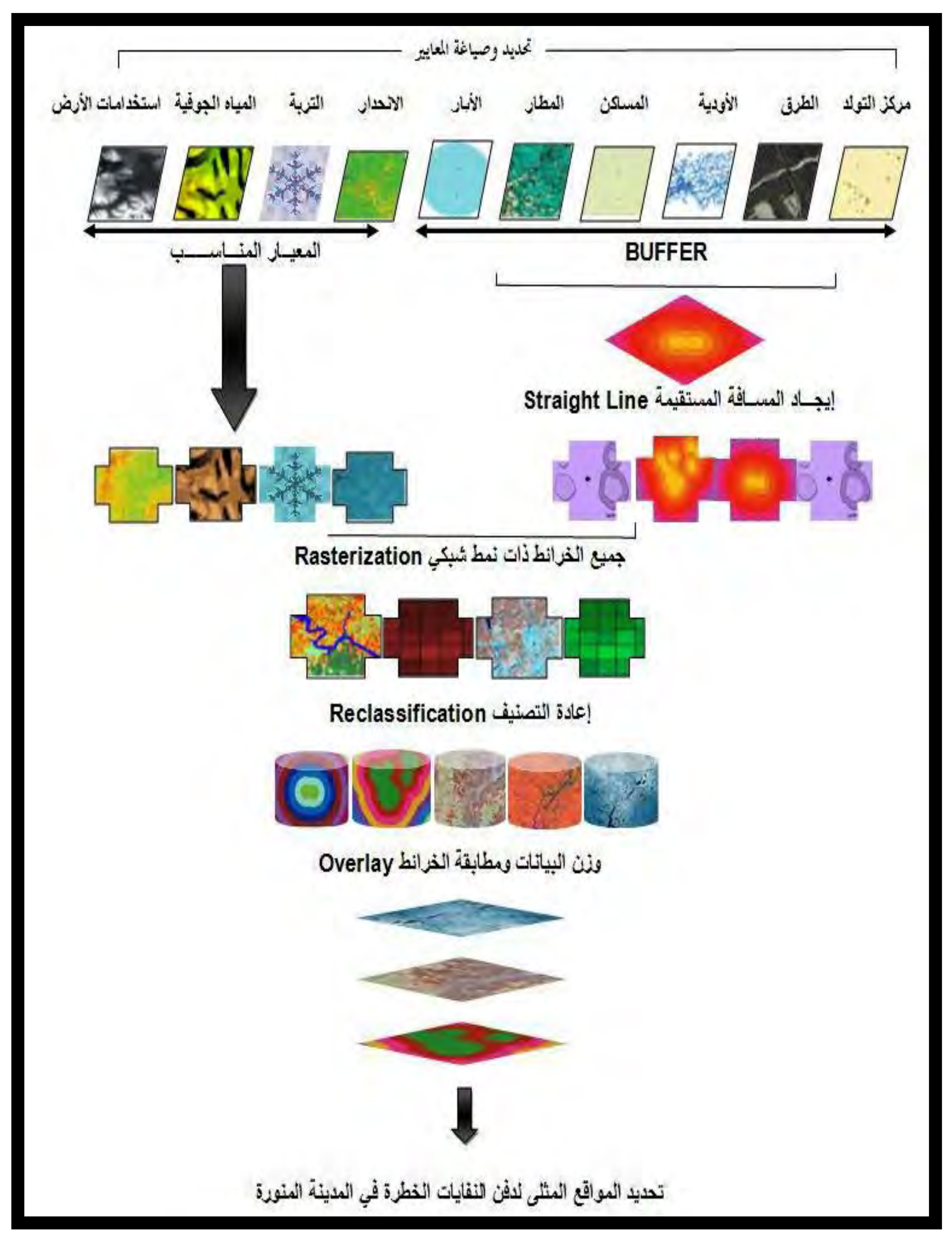
من خلال إجراء أسلوب التطـــابق التراكمـــي لجميـــع خـــرائط معـــايير الدراســـة عـــن طريـــق **Raster Calculator** ليتم بواسطتها جمع الطبقات بعد ضربها في وزنها، منتجة لنا طبقة جديدة تحدد المواقع المثلى لدفن النفايات الخطرة في المدينة المنورة. ، وبذلك تحدد هذه الخطوات المسار المنهجي لإختيار أنسب المواقع لدفن النفايات الخطرة)شكل رقم ١٧(.

ويعد النموذج الكارتوغرافي الأكثر شيوعاً واستخداماً بين طبقة الجغـــرافيين لإجـــراء التحليـــل لتفضيلهم للمنتج الخرائطي، و يمكن إجراء التحليل على قاعدة البيانات وليس الخرائط لإيجـــاد الموقـــع الأفضل بإستخدام الإستعلام من قاعدة البيانات **Querying** و النتيجة هنا منطقية أي مناسب أو غير مناسب ويستطيع المستخدم كذلك استخراج خريطة هذه المواقع. والفرق بين الطريقة التي استخدمتها الدراسة الحالية والإستعلام هو الخريطة الناتجة فهي في الأولى أكثر تفصيلاً و تدرجاً في مواقع الملاءمة في حين الأخرى تعطي موقعاً إما وافياً بجميع المعايير ، أو أنها تعتبر غير مناسبة و لا توجد مواقع متوســـطة الملاءمة (**http: //gis .esri.com**(مما يكسب النموذج الخرائطي أفضلية و درجة إضافية .

وبقدر تعدد مجالات إستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية تعددت طرقه و أدواته في معالجـــة الموضوع الواحد، فتحديد أفضل المواقع لم يقف عند أعتاب أداة المحلل المكاني **Raster Calculator**

شكل رقم (١٧)

المسار المنهجي لتحديد أنسب المواقع لدفن النفايات



المصدر : الباحثة

بل استطاعت النظم تعزيز برامج و أدوات المحلل المكاني للوصول إلى نفس النتيجة بأكثر من أسلوب وطريقة، فبإستخدام الأدوات الرياضية **Math** مثل **Plus** يمكن جمع المعايير بعد معالجتها و تهيئتها و استنتاج خريطة توضح ملاءمة المواقع وفق مقياس الدرجات الذي يحدده المستخدم. شريطة أن تكون جميع المعايير في نفس المستوى من الأهمية، كما طورت شركة **esri**. ملحق **Cross Country Mobility** الذي يعرف اختصاراً بـ **CCM9** وهو برنامج ملحق شبيهه بالمحلل المكاني في **ARC ANFO** و **ARC View** في برامج نظم المعلومات الجغرافية وهو يعمل على تحليل سطح الأرض و التضاريس والمسارات لتحديد أقل تكلفة و يعمل على مستوى البيانات الشبكية **Raster**. و غيرها من الوظائف و الأدوات التي يزخر بها النظام، والذي أثبت من منذ ظهوره في عقد الستينات من القرن العشرين قدرة فائقة في جمع المعلومات و تنفيذ العمليات و الوصول إلى القرار السليم.

الفصل الرابع: تقويم ملاءمة الموقع الحالي للنفايات و تحديد أنسب المواقع لدفن النفايات الخطرة

أولاً : تقييم وتحديد درجة ملاءمة
الموقع الحالي لدفن النفايات بالمدينة المنورة

ثانياً: تحديد أنسب المواقع
لدفن النفايات الخطرة بالمدينة المنورة

٤_١ : تقييم وتحديد درجة ملاءمة الموقع الحالي لدفن النفايات بالمدينة المنورة

لقد أثبت التقدم العلمي ولاسيما في المجال الإداري أهمية اختيار الموقع الأنسب عند إقامة منشأة مستديمة وحيوية مثل مدفن النفايات، لما لذلك من تأثيرات مستقبلية على مدى نجاح المنشأة وتقدمها أو فشلها وتدمير البيئة المحيطة. لذلك فإن اختيار الموقع الأمثل لمدفن النفايات أمر هام، من حيث تأثيره الواضح على المنشأة لفترات طويلة، فقرار اختيار موقع ما ينطوي على التزام طويل المدى مما يجعل من الصعب تدارك الخطأ أو تعديله إذا ما وقع دون تحمل نفقات باهظة، كما لا يمكن التخلص من الآثار السلبية المترتبة عليه في المدى القصير خاصة إذا كانت تلك الآثار تتعلق بعناصر المنظومة البيئية.

ويمثل الإرتقاء بالحالة البيئية للمدينة المنورة والمحافظة عليها الهدف الأسمى لكآفة الإدارات سواء على مستوى أمانة المدينة أو على مستوى الوزارات ، خاصة بعد أن تعددت شكاوى مجتمع المدينة من موقع مردم النفايات العام على طريق ينبع السريع و ما تسبب به من أضرار على البيئة والصحة العامة، ومساهمة من الباحثة في الإرتقاء بنظافة المدينة المنورة و تأمين تنمية سليمة ومستدامة للبيئة وحفاظاً على صحة المجتمع، فقد كان من الضروري إجراء دراسة تقيميه لموقع المدفن العام وفق معايير عالمية محددة خاصة وأن الدراسات التقويمية للموقع التي تسنى للباحثة الإطلاع عليها غاب عنها وضوح المعايير المستخدمة في التقييم ومنهجيتها. لذلك حرصت الدراسة الحالية على إجراء التقييم للموقع الحالي ليتسنى التحقق من سلامة موقعه بمنهجية علمية وتقنيات متقدمة وتحديد درجة ملائمته الموقعية لدفن النفايات الخطرة.

تتفاقم مشكلة النفايات في المدينة المنورة مع تزايد أعداد السكان وتوزيعهم وتطور أنماط حياتهم. كما يرتفع محتواها من المواد الضارة الذي يؤثر مباشرة على نوعية الحياة الإنسانية و المظهر الحضاري. و تشير البيانات أن إجمالي سكان المدينة المنورة في عام (١٤١٣هـ) كان ما يقرب من (١٠٨٤٩٤٧ ألف نسمة) و وصل في ١٤٢٥هـ إلى (١٥١٢٠٧٦ ألف نسمة))**خطة التنمية الثامنة ،٢٠٠٩ ، ص٢١٠**(أي بمتوسط نمو سنوي يصل إلى ٢,٨%، كما شهدت المدينة توسعاً كبيراً في مساحتها العمرانية من ١٦٣٠٠ هكتار في ١٤١٠هـ إلى ٢٠٣٠٠هكتار في ١٤١٥هـ إلى ٥٢٩٥٥,١ هكتار حالياً مابين قائم ومقترح)**إحصائيات إدارة التنمية الإقليمية بالمدينة المنورة**(، وتبع ذلك بطبيعة الحال كميات كبيرة من النفايات بمختلف الصفات والهيئات، التي كان يتم التخلص منها بتجميعها ورميها بشكل عشوائي في مردم عام للنفايات يقع على طريق ينبع السريع في جنوب غرب المدينة المنورة.ويرد يومياً إلى بوابة المردم حوالي ١٢٠٠طن/يوم، أي أكثر من ٤٣٢ ألف طن كل عام، بمتوسط ١,٦كيلو جرام

للشخص الواحد)**الإدارة العامة للنظافة، ١٤٣٠هـ، ص٣**(ويُصنف حجم المردم الحالي تحت فئة (L) مردم كبير وفقاً لإتفاقية بازل التي تقسم أحجام مدافن النفايات اعتماداً على أقصى معدل لإيداع المخلفات (طن/يوم) إلى أربعة فئات)جدول رقم ١٠(.

جدول رقم (١٠)

أحجام المدافن حسب معدل النفايات الواردة

أقصى معدل للإيداع	حجم المدفن	
<٢٥	C	عمومي
>٢٥ و < ١٥٠	S	صغير
>١٥٠ و < ٥٠٠	M	متوسط
>٥٠٠	L	كبير

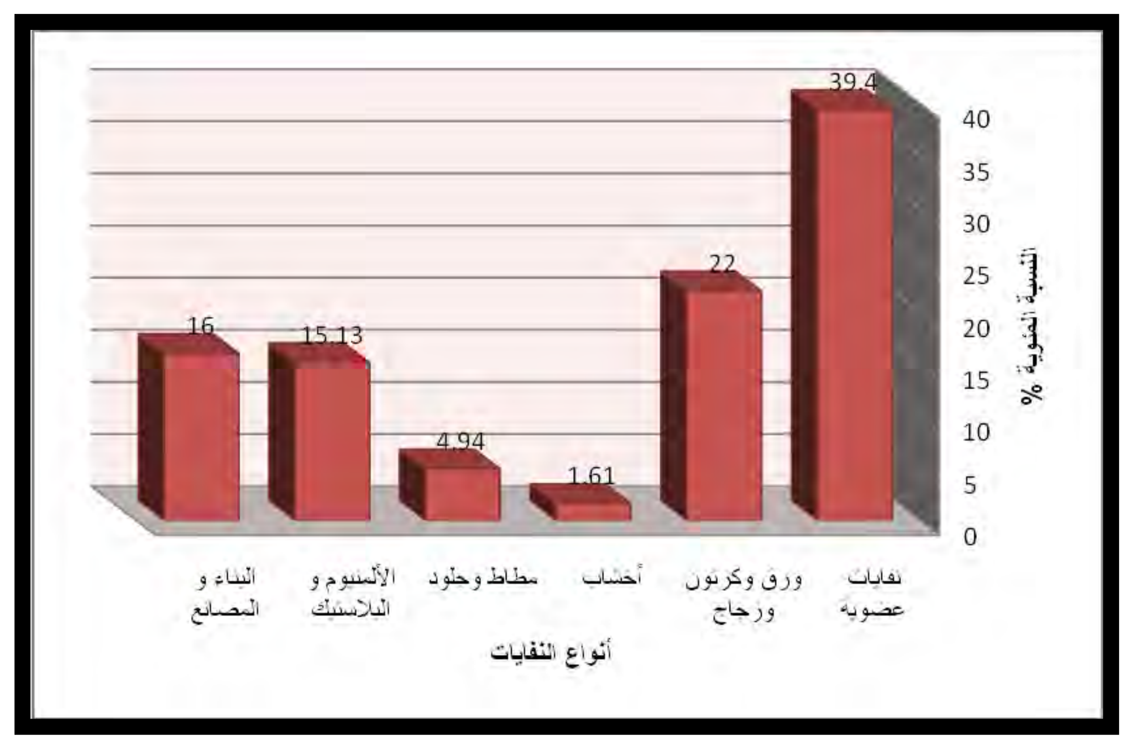
المصدر: دليل المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا ص٦

و تتكون النفايات الواردة من مواد متنوعة تختلف في الحجم و الوزن و الشكل والتركيب الكيميائي، و تتشابه إلى حد كبير مع عدد من مدن المملكة العربية السعودية حيث التقارب في التركيبة الإجتماعية و السكانية)**سبتان وآخرون، ١٤٢٤هـ،ص١٧**(. و إجمالاً هي عبارة عن المخلفات العضوية الناتجة عن بقايا الطعام والحدائق و الأشجار التي يصل حجمها حوالي ((٦٣٨،٢٨٠ طن)) أي ما نسبته ٣٩،٤ % من إجمالي النفايات، و٢٢% هي مخلفات الورق و الكرتون والزجاج، ولا تتجاوز مخلفات الأخشاب ١،٦ %، في حين يُقدر حجم مخلفات المعادن والمطاط والجلود بـ ((٨٠،١٩ طن)) أي ما يعادل ٤،٩ % ، أما مخلفات الألمنيوم والبلاستيك فتصل نسبتها مجتمعة ما يقرب ١٥،١ %، بالإضافة لمخلفات البناء و المعامل الصناعية المتكونة من بقايا المواد الخام المستخدمة في الصناعة و السوائل الناتجة عن عمليات التصنيع التي يصل حجمها لـ((٢٦٨،٨٢ طن)) بنسبة ١٦% من إجمالي النفايات الواردة لمردم النفايات)**الحمدان ، ١٤٢٦هـ، ص ٤**( )شكل رقم ١٨(،حيث بلغ نصيب الفرد في المدينة من النفايات السائلة المنتجة من المصانع ٢٠،٣٤٣ م^3 /شخص في السنة)**مؤشرات المرصد الحضري للمدينة ، ١٤٢٨هـ ، ص ٢٣**(.

و يطلق البعض على هذه الأنواع من المخلفات النفايات البلدية التي هي في معظمها نفايات منزلية كان هدف التخلص منها هو ما أُخذ في الإعتبار عند تصميم منطقة المردم الحالي.

شكل رقم (١٨)

أنواع النفايات في المدينة المنورة



المصدر : الباحثة بناء على (الحمدان،١٤٢٦هـ)

و قد يتبادر إلى الذهن أن هذا النوع من النفايات لا يهدد صحة الإنسان أو يؤثر في الهواء و الماء أو في التربة، والواقع أن الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة أكدت وجود النفايات المترلية الخطرة وقدرت حجم ما تنتجه مدن المملكة العربية السعودية بنحو (١٢مليون طن سنوياً) وهي نتاج (١٦٩) مدينة وقرية بمعدل يصل إلى ١،٨جرام للفرد الواحد يومياً، وتشير الدراسة أن ما نسبته ٧٠% من هذه النفايات تعدم في مرادم أو تحرق بشكل يؤثر سلباً على الصحة العامة والبيئة **(www.hcp.gov.sa)** .

وبذلك فإن صفة (خطرة) **Dangerous** لا تقتصر على ما تفرزه الأنشطة الصناعية من مخلفات و مياه غير معالجة فهي وبلا أدنى شك تهلك الحرث و النسل إذا لم تخضع للإدارة السليمة الشاملة، بل يتجاوز هذا المفهوم هذا الحد ليشتمل على جميع النفايات التي تحمل خطراً مباشراً أو طويل الأجل على صحة الإنسان أو على عناصر البيئة **)العلي ،١٩٩٩م، ص١٨٦(.**

وقد ظلت الطرق التقليدية القديمة من الرمي العشوائي والدفن البدائي هي السائدة للتخلص من النفايات الصلبة حتى مطلع عام ١٤٢٤هـ حيث تم توقيع عقد مشروع وإنشاء و تشغيل وصيانة مدفن هندسي بمساحة (٦٨٧٥٠،٠٠م٢) بواقع خلية واحدة كمرحلة أولى، وتم افتتاحه في

١٤٢٧هـ، وهو مزود بوحدة فرز للنفايات والآلات متخصصة لكبس النفايات بهدف الإستغلال الأمثل لطاقة المرمى الإستعابية وإطالة عمره الإفتراضي المقدرة بخمس سنوات للخلية الواحدة، وقد تم ذلك لوضع حد للتلوثات البيئية الناجمة من الممارسات الخاطئة للمعالجة النفايات سابقاً **)الإدارة العامة للنظافة، ١٤٣٠هـ، ص١٣(** وجغرافياً لم يبتعد موقع الخلية الجديدة عن موقع المدفن العام فكلاهما يقعان على طريق ينبع المدينة السريع في جنوب غرب المدينة المنورة.

وإن كانت هذه محاولة محمودة لتوفير أعلى معدل إصحاح للبيئة المحيطة بأرض الدفن، غير أن المشكلة مازالت تتفاقم بالنسبة للتخلص من النفايات الصناعية، فالأساليب المتبعة في هذا الشأن ليست أساليب للتخلص بالمعنى الحقيقي للعبارة وإنما مجرد تغيير موقعها فمنذ بداية تأسيس المرمى العام لم يتم تحديد مكان مخصص للتخلص من نفايات المصانع وكانت ترمى في بطون الأودية، وبدافع توفير مكان واحد لجميع الأنشطة المنتجة للنفايات الصناعية فقد تم فتح باب القبول لها في ١٤٠٧هـ ليتم استقبالها في المرمى العام، ومنذ ذلك الحين تم مواجهة مشاكل صدور الروائح الكريهة الناتجة من تحلل النفايات المصاحبة للمخلفات السائلة. ومع بداية ١٤٢٨هـ بدأ سكان الأحياء المجاورة للمردم وخاصة منطقة حمراء الأسد المطالبة بإغلاق المردم ونقله إلى موقع أخر **)المجلس البلدي، ١٤٣٠هـ، ص١(** بعدما تأكدت لديهم مقدار الأضرار الصحية والبيئية التي تعرضوا لها من جراء مجاورة مدفن النفايات لمساكنهم.

ويرجع ذلك لأن مواقع الطرح التي تم تخصيصها لنفايات المصانع تفتقر إلى ما يلزم من تدابير لضبط أثارها على البيئة والسيطرة على ما قد تجره من مخاطر، فهي مجرد أحواض وبرك سطحية غير مبطنة وصل عددها إلى سبعين حوضاً، و هي كثيراً ما تعجز عن منع التفاعل بين عناصر المزيج الصناعي السام وتسربها إلى داخل الأرض ملوثة تكوينات المياه الجوفية. أما عن تقدير الحجم الإجمالي للنفايات الصناعية الخطرة فلا توجد أرقام يتفق عليها المتخصصون في هذا الشأن بالنسبة للمدينة المنورة إضافة إلى أن بعض المسؤولين عن إدارة المردم الحالي يؤكد عدم وجود أي نفايات خطرة تنتج عن الصناعات القائمة في المدينة.*

وقد يرجع ذلك إلى أنه من الصعب تحديد الكميات أو التركيزات التي تصبح عندها النفايات نفايات خطرة، فالأدلة المصنفة للنفايات الخطرة في الخليج العربي تقتصر في الغالب على أخطر المواد فقط، والتي يترتب على جرعة ضخمة واحدة أثار السمية الحادة، متجاهلة ما قد ينجم من أثار صحية خطيرة عند التعرض لجرعات صغيرة وعلى فترات زمنية طويلة.

---

*مكالمة هاتفية مع مدير مردم النفايات العام سعادة المهندس /مازن ريدان.

ونتيجة لما في التعريفات الموضوعة في الأنظمة والقوانين من ثغرات وقصور يفلت عـــدد كـــبير مـــن النفايات الصناعية الخطرة من الإدارة السليمة الشاملة للتحكم في مصيرها وتحديد نهاية المطاف المناســبة لها **)العلي، ١٩٩٩م،ص١٨٧(**.

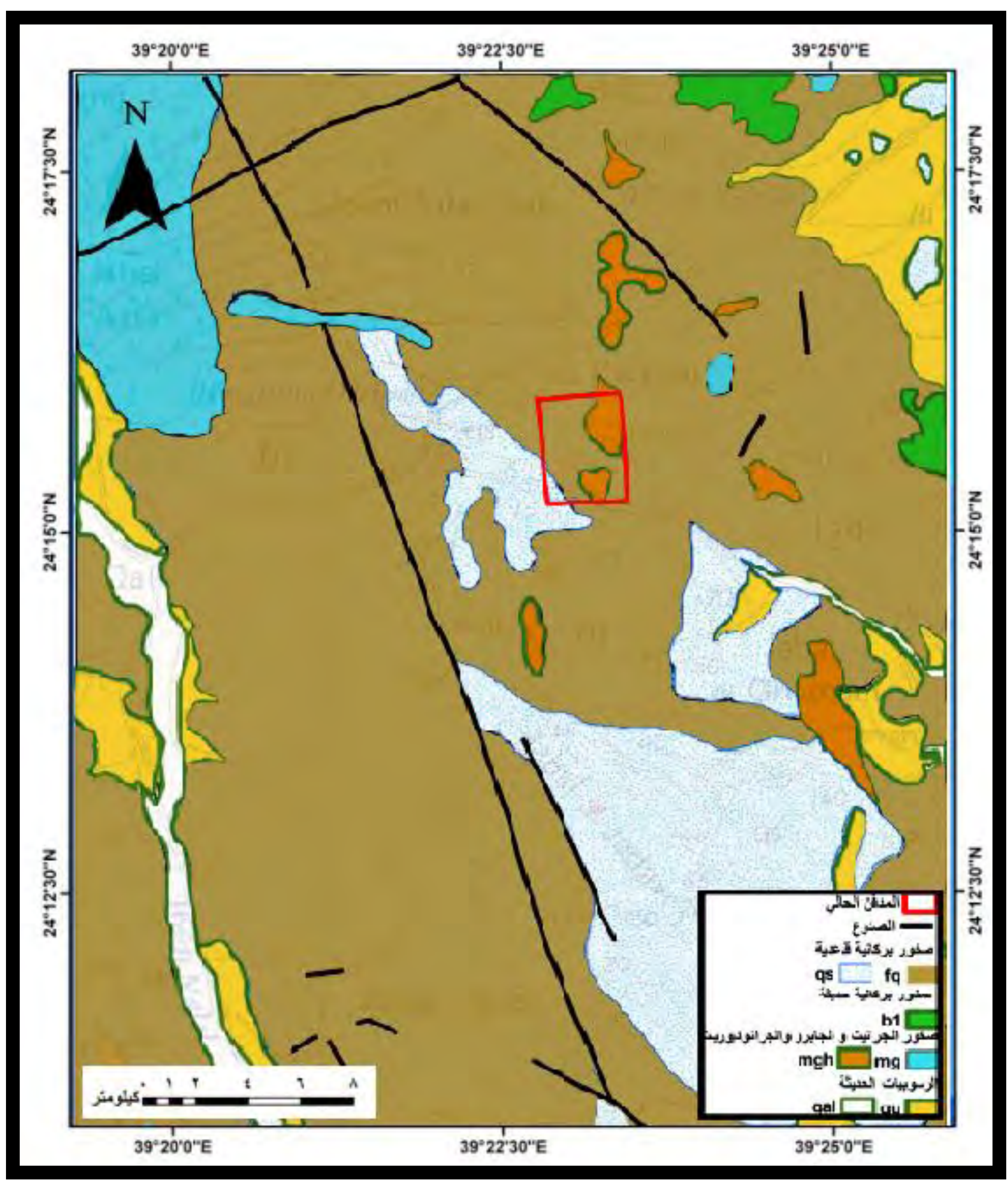
ومن منطلق الإدارة البيئية السليمة والشاملة للنفايات الخطرة في البلاد العربية التي يتخذ معظمها خيار الدفن الأرضي **Land disposal option** كأسلوب أمثل للتعامل مع النفايات الخطرة، طـــور المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية **BCRC-Cairo** بالتعاون مع أمانة اتفاقيـــة بازل **SBC** الخطوط الإرشادية لإختيار موقع الدفن الآمن والصحي في المناطق الشديدة الجفاف وذلك سعياً لتحسين الممارسات الحالية المتبعة في التعامل مع النفايات الخطرة. و تؤكـــد الإتفاقيـــة علـــى أن التخلص من النفايات العامة والنفايات الخطرة في مدفن تم اختياره وتصميمه للنفايات الخطرة يعد أمـــراً مقبولاً، في حين أن التخلص من أي كمية مؤثرة من النفايات الخطرة مع النفايات العامة في مـــدفن تم اختياره وتصميمه للنفايات العامة يعد غير مقبول نهائياً لخطورته **)المركز الإقليمـــي،٢٠٠٥،ص٦(**. وهذا الأخير هو تماماً ما حدث في مدفن منطقة الدراسة مما تسبب في إفلات مواد خطرة على صـــحة الإنسان والبيئة .

ونتيجة لذلك كانت الحاجة ملحة لتقييم **Assessment** موقع المدفن الحالي وفق المعايير الـــتي أخذت بها الدراسة الحالية التي يرى واضعوها أنها صالحة لتحديد مدى ملاءمة أي موقع مقترح للمنشأة التخلص من النفايات سواء الصلبة البلدية أو الخطرة. ويلجأ التخطيط الناجح لمنهج تقييم الأثر البيئـــي فور اختيار الموقع المرشح كمدفن للنفايات قبل البدء بعملية التشغيل، وتهدف هذه الأنشطة إلى تصحيح المسار وتعديل الإجراءات بما يكفل تفادي الإضرار بالبيئة وصحة الإنسان ويضمن التحقيـــق الأمثـــل لأهداف المنشأة، بيد أن وجود المدفن الحالي حقيقة واقعية فإن عملية التقييم هنا سوف تقتصـــر علـــى التقييم الموقعي برؤية جغرافية ذات معايير متعددة ومنهج بحثي تقني معاصر.

أ. المعايير الجيولوجية والجيمورفولوجية

تساعد دراسة السمات الطبيعية الجيولوجية البارزة لموقع دفن النفايات الخطرة وبالقرب منه على توفير حماية كافية لموارد المياه الجوفية من التلوث المحتمل بواسطة رشيح النفايات، ويتوضع المدفن الحالي على صخور بركانية قاعدية مافيه مكونة من الأنديزيت والبازلت والطف البركاني إضافة لبعض صخور المحقونات الجوفية وخاصة الجرانوديوريت والجرانيت التي تنتمي لصخور القاعدة القديمـــة (مـــا قبـــل الكمبري) **)الهلال، ١٤٢٧هـــ ، ص ١٤١(.)**شكل رقم ١٩**(**

شكل رقم (١٩)
جيــــــولوجية المدفـــــن الحـــــالي



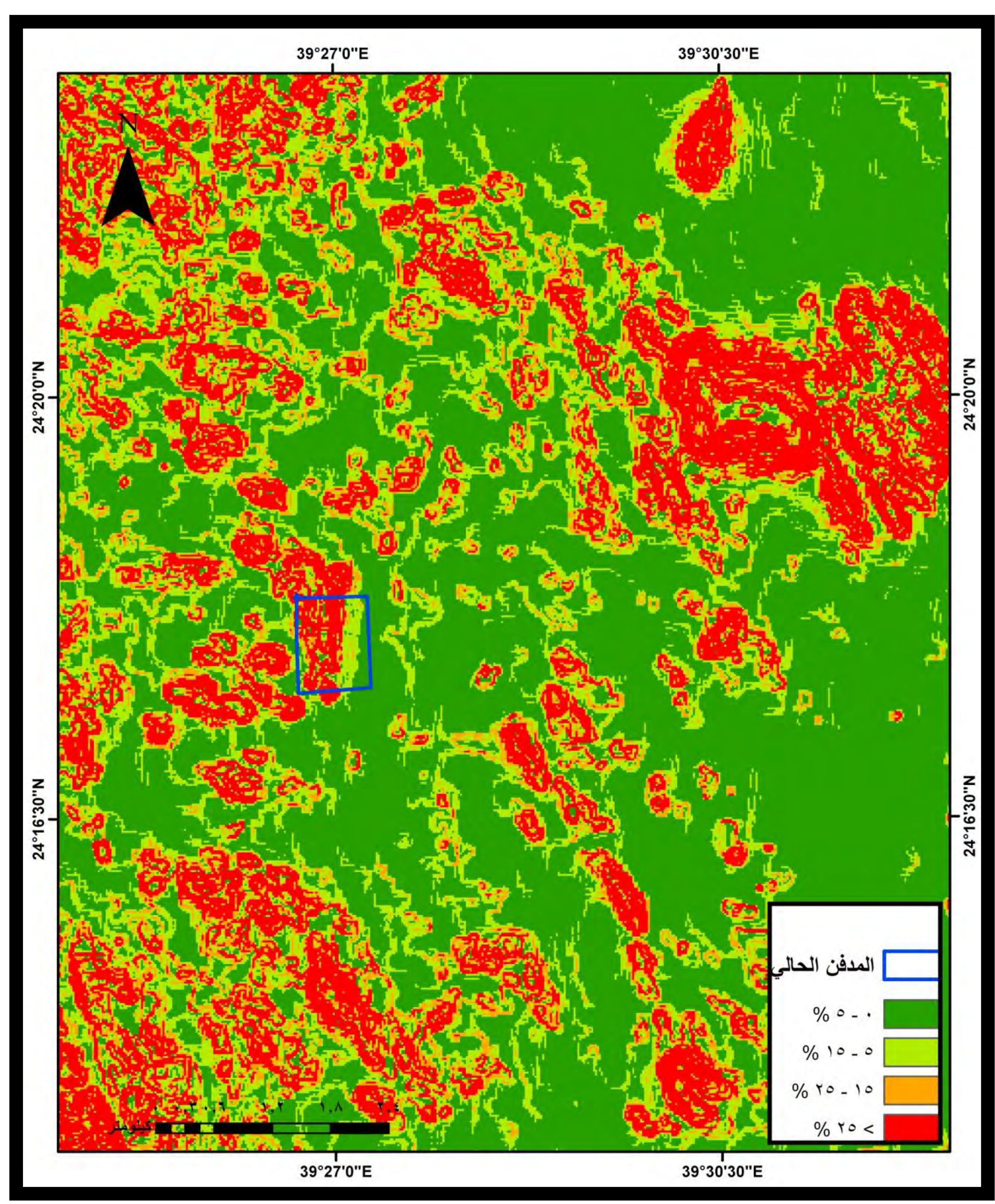
المصدر : الباحثة بالإعتماد على الخريطة الجيولوجية لمربع المدينة (لوحة ٢٤د) هيئة المساحة الجيولوجية و (الهلال ،١٤٢٧هـــ، ص١٤١)

ويتضح من تحليل طبوغرافية منطقة الدفن والتي تمت صياغتها على هيئة نسب ميول الأرض التي تظهرها الخريطة)شكل رقم ٢٠(أن منطقة الدفن أرض ذات انحدار شديد بنسبة مئوية تجاوزت ٢٥% بإتجاه عام من الجنوب والجنوب الغربي إلى الشرق و الشمال الشرقي نحو حوض المدينة ذات الإنحـــدار المعتدل حوالي ٥%، مما لا يوفر حماية طبيعية للمناطق المجاورة فالإنحدار الشديد يساهم بشكل أو بأخر في تلوث الأراضي خارج حدود المدفن ، ولو طابقنا هذه الميول بما أورده القـــرافي)**٢٠٠٦م،ص٢**(لوجدنا أنها تمثل الإتجاه الطبيعي لحركة المياه الجوفية، وبالتالي فإن أي تسرب للمواد الكيميائية الموجودة في الصرف الصناعي إلى أقرب متكون مائي تحت سطح الأرض من شأنه أن يتجه إلى داخل النطـــاق العمراني ابتداً من منطقة حمراء الأسد ثم أبيار علي وعروة لإتصال مياه الصرف الصناعي في موقع المدفن بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية التي تغذي المدينة. ويدعم وجود المدفن في أعالي منطقة المدينة المنـــورة على ارتفاع يتراوح بين ٧٦٠متر و ٩٢٠متر من احتمال انتشار هذا التلوث، خاصة مع عدم وجـــود طبقة عازلة في أحواض الصرف لصناعي)شكل رقم ٢١(.

و لايقتصر الأمر على هذا فحسب بل إن تربة موقع المدفن تربة ضحلة طمية وحصـــوية وهـــي تتكون من البروزات الصخرية الحادة الإنحدار وعادة ما يكون هذا النوع من التربة ذا نفاذيـــة ســـريعة نســـبياً ((١،٥ إلى ١٥ ســـــم/الســـاعة)) وقـــدرة حفظهـــا للمـــاء منخفضـــة)**وزارة الزراعة والمياه، ١٤٠٦هــ، ص١٦**(فهي ذات نظام تصريف شديد، وبصفة عامة هي تربـــة غير ملائمة لإنشاء مدفن آمن للنفايات البلدية والخطرة على حد سواء، فالنفاذيـــة العاليـــة تـــؤدي إلى تسرب الرشيح بفعل الجاذبية للمياه الجوفية وتلويث الأبار المجاورة مما يسبب تغير الخـــواص الفيزيائيـــة والكيميائية لها وإتلاف النباتات والتربة عند استخدامها في عملية الري.

وتحتوي المخلفات وخاصة الناتجة عن عمليات الصناعة على العناصر الثقيلة وهي مـــن أخطـــر الملوثات، وتلعب الخصائص الكيميائية والطبيعية لتربة موقع الدفن الحالي دور كبير في امتصاص هـــذه العناصر حيث التربة الطمية أو الطينية تميل لإمتصاص كمية أكبر من تلك العناصر مقارنة بغيرها كالتربة الرملية مثلاً)**قنديل ، ٢٠٠٨، ص١٨**(.كما أن العناصر الملوثة تتراكم على سطح التربة وعلى منطقة الجذور في المزارع القريبة من منطقة الدفن وعندئذٍ تصبح التربة نفسها نفايات خطرة يجـــب إزالتـــها والتخلص منها في مدفن النفايات الخطرة. وبحسب ما أورد الباجوري)**٢٠٠٤م،ص١**(فإن تلـــوث التربة كأحد المكونات الرئيسة للبيئة يتخذ طبيعة تراكمية وأبعاد زمنية يتم فيها حدوث العديـــد مـــن التفاعلات الديناميكية التي تتغير فيها طبيعة الملوثات من الخصائص والتركيب الكيميائي و التـــراكم و النفاذ خلال التربة ومعدلات البقاء بها واختلاط وتفاعل ما بها من عناصر و ملوثات مع البيئة المحيطة.

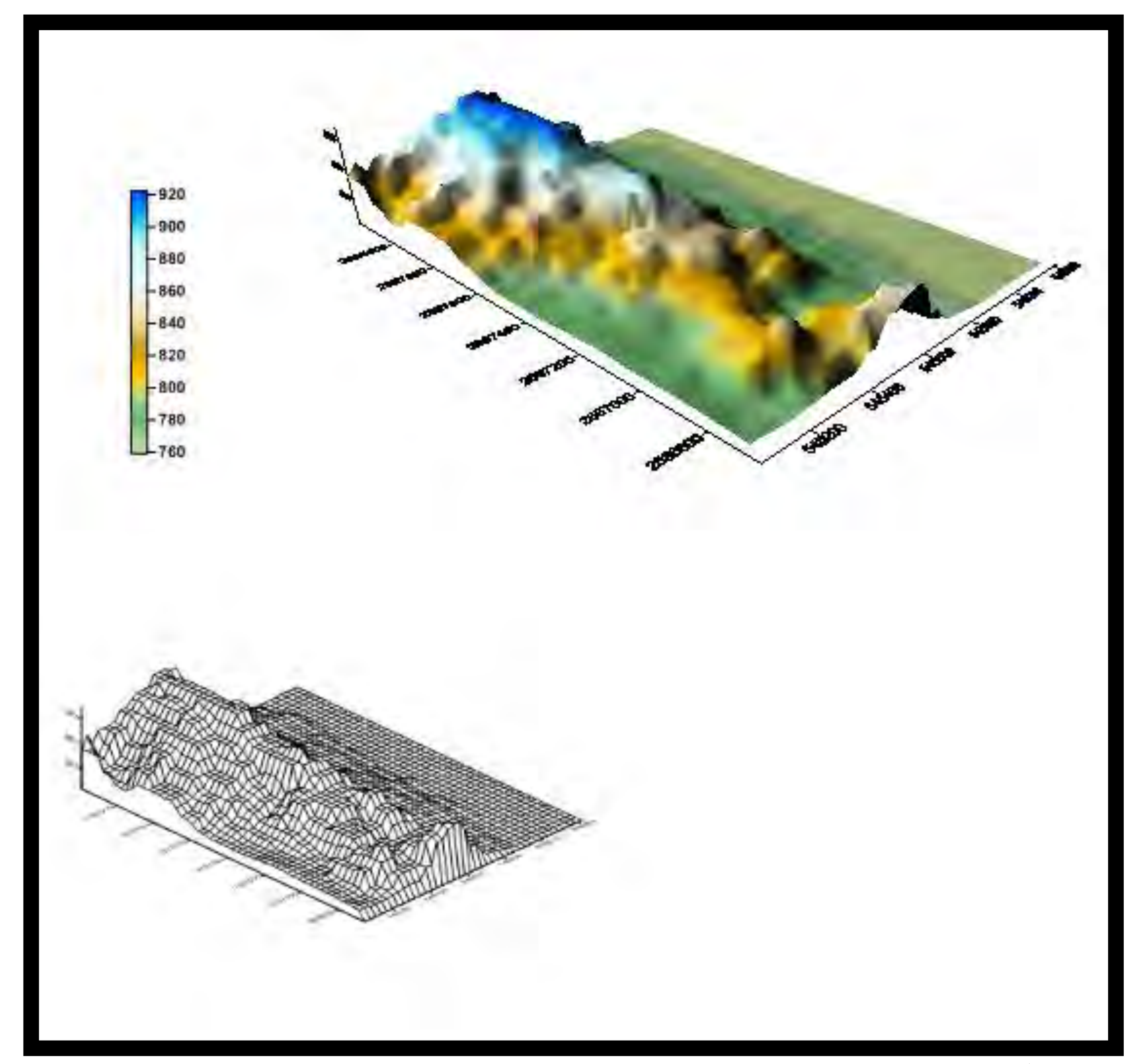
شكل رقم (٢٠)
النسبة المئوية لانحدار موقع الدفن الحالي



المصدر: الباحثة بناء على بيانات DEM

شكل رقم (٢١)

نموذج ثلاثي الأبعاد لموقع المدفن الحالي



المصدر: الباحثة

و بعد إجراء التحليل المكاني واستخدام المعايير الجيولوجية والجيموفورولوجية لموقع الدفن الحالي استنتجت درجة الملاءمة لكل معيار)جدول رقم ١١(التي تراوحت بين موقع غير ملائم وفق نسبة الإنحدار ومنخفض الملاءمة لنفاذية التربة. مما يعني عدم توفر الحماية الطبيعية التي تمنع حدوث تلوث الأراضي خارج حدود منطقة الدفن وتسرب رشيح النفايات السام للمناطق المجاورة الأمر الذي أدى لإرتفاع نسبة الملوحة في الأبار والتربة والمزارع المحيطة بالمردم، ومنع بيع وشراء خضروات تلك المزارع، ويدعم ذلك عدم وجود أي نظام لإدارة عصارة النفايات في أحواض الصرف الصناعي، ويدل ذلك على غياب التخطيط وإهمال النواحي الجيولوجية والجيمورفولوجية عند اختيار موقع المدفن الحالي بالرغم من تميز المدينة المنورة بسمات ومظاهر تضاريسية لا يمكن تجاوزها والتغاضي عنها عند عملية اختيار أي موقع لمنشأة مستدامة وحيوية وقوية التأثير كمدفن النفايات، وتحت هذه الظروف ترى الدراسة أن المدفن الحالي غير مؤهل جيولوجياً وجيمورفولجياً لإستقبال النفايات الصناعية الخطرة مما قد يُنذر بزيادة التدهور الصحي و البيئي في حال استمرار تشغيل المدفن خاصة عند وصول الرشيح للمكامن المياه الجوفية.

جدول (١١)

درجات ملاءمة الموقع الحالي للمعايير الجيولوجية والجيمورفولوجية

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملاءمة	حالة الموقع
الإعتبارات الجيولوجية والجيمورفولوجية	الإنحدار(تحديد الميول)	٠ ـــ ٥%	٧	مرتفع	
		٥ ـــ ١٥%	٥	متوسط	
		١٥ ـــ ٢٥ %	٣	منخفض	
		< ٢٥%	١	غير ملائم	
	نفاذية التربة	٠،٥١ إلى ١،٥ سم/الساعة(بطيئة نسبياً)	٧	مرتفع	
		١،٥ إلى ٥،١ سم/الساعة (متوسطة)	٥	متوسط	
		٥،١ إلى ١٥ سم/الساعة سريعة نسبياً	٣	منخفض	
		< ١٥سم/الساعة	١	غير ملائم	

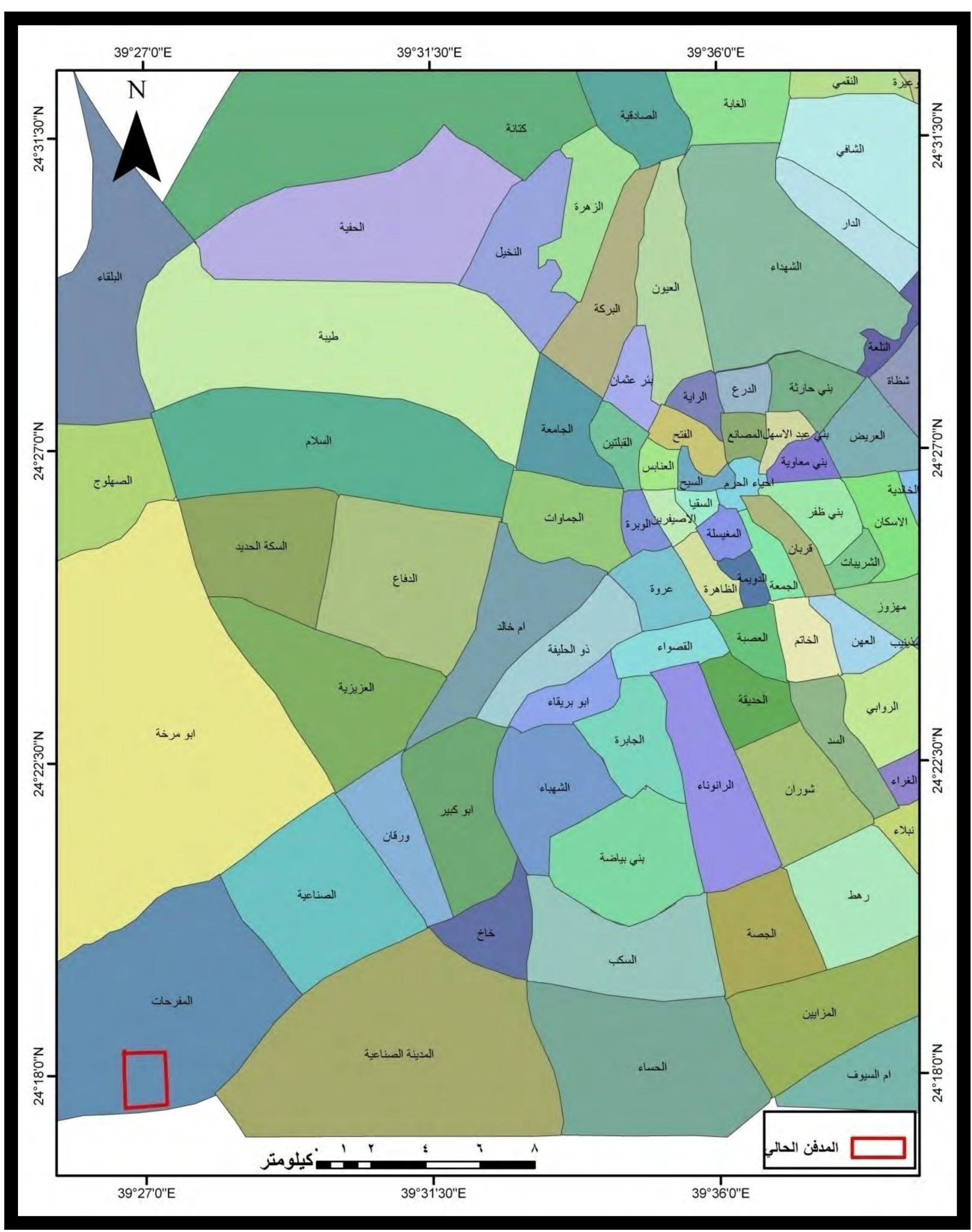
المصدر : الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

ب. المعايير الإجتماعية و الإقتصادية

تعتمد عملية التخلص من النفايات على سلسلة طويلة من الخطوات المترابطة التي تبدأ من جمــع النفايات من مواقع إنتاجها ثم نقلها لإتمام عملية التخلص النهائي منها في مدافن النفايات، ولكل خطوة من هذه الخطوات عناصر ومتطلبات كثيرة تضمن لها حُسن الأداء بسهولة و يسر دون تأخير أو تعطيل، خاصة وأن أي تأخير في أي خطوة من الخطوات سوف ينعكس سلباً على عملية الــتخلص بكاملــها **(النعيم ، ٢٠٠٠، ص١).**

و تتأثر التكاليف الكلية لعملية التخلص من النفايات بالرحلة اليومية للمخلفات مــن مصــادر إنتاجها إلى المدفن، لذلك يُفضل عادة إنشاء محطات تحويل عندما تزيد مسافة النقل عن ٢٠كيلــومتر، وقد حظيت منطقة الدراسة بإنخفاض مسافة الرحلة اليومية لما يقرب من ١٨،٨٧كيلومتر مــن مركــز توليد النفايات وهي مسافة مقبولة كما ترى الباحثة في ضوء معايير الدراسة التي توصي بمسافة ٥٠كم كحد أقصى و ٣كم كحد مثالي. وعلى الرغم من أهمية العائد الإقتصادي الناتج عن خفض التكاليف و تقليل المسافة والزمن المستغرق للوصول إلى أرض المدفن. إلا أن جوهر الإدارة الصحيحة للنفايات هــو الجمع بين الكسب المادي وسلامة البيئة والإنسان، فتدني المسافة دون وجود ضابط يحدد البعــد عــن المناطق المأهولة لا يعد مقبولاً لدى السكان و المخططين والقائمين على إدارة النفايات والمدافن، وذلك حرصاً على سلامة المناطق السكنية من التأثيرات السلبية لعمليات الدفن كالضوضاء وتطاير الغبــار و النفايات وانتشار الحشرات والقوارض، وبحسب الخريطة الناتجة عن مشروع تصنيف أحياء المدينة المنورة ١٤٢٩هــ فإن المدفن الحالي يقع في حي المفرحات التابع لبلدية العقيــق في جنــوب غــرب المدينــة (شكل رقم ٢٢)، و هو وإن كان منخفض الكثافة السكانية حالياً إلا أنه في ظل ما تشــهده المدينــة المنورة من توســع عمــراني وبإتجــاه جنــوبي وفــق أطلــس نطــاق النمــو العمــراني للمدينــة **(السرياني، ١٤١٩هــ، ص٢٢٢)** فإن احتمالات زيادة سكان حي المفرحات أمر متوقع و وارد مما يجب أخذه بعين الإعتبار. و تعد منطقة حمراء الأسد التابعة لحي المفرحات وما بها من تجمعات ســكنية يصل عدد أسرها إلى٦٠٠ أسرة تقريباً الأقرب للمدفن الذي لا يتجاوز بعده ٢٥٠متــر. و إجتماعيــاً فالمدفن في وضع مرئي، و مما لا شك فيه أن جمال الطبيعة يؤثر على النواحي النفسية للإنسان، فنظافتها يسبب الإرتياح النفسي وزيادة العطاء والإنتاج بعكس منظر النفايات الذي يحفز العادات الإجتماعيــة السيئة من مظاهر التوتر و التشويش الفكري مما يؤدي لقلة الإنتاج، كما أنه يشكل إزعاجــاً بصــرياً ويشوه المظهر الجمالي لمستخدمي طريق ينبع ـ المدينة السريع بحيث لا يفصل بينهما ســوى ٤٢متــراً (شكل رقم ٢٣) و يؤذي المرتادين بما يصدر عنه من روائح للنفايات المتعفنة. وهو بــذلك يكتســب درجة موقعيه غير ملائمة ويعطي انطباعا قوياً على غياب التخطيط عند اختيار موقع الدفن وعدم

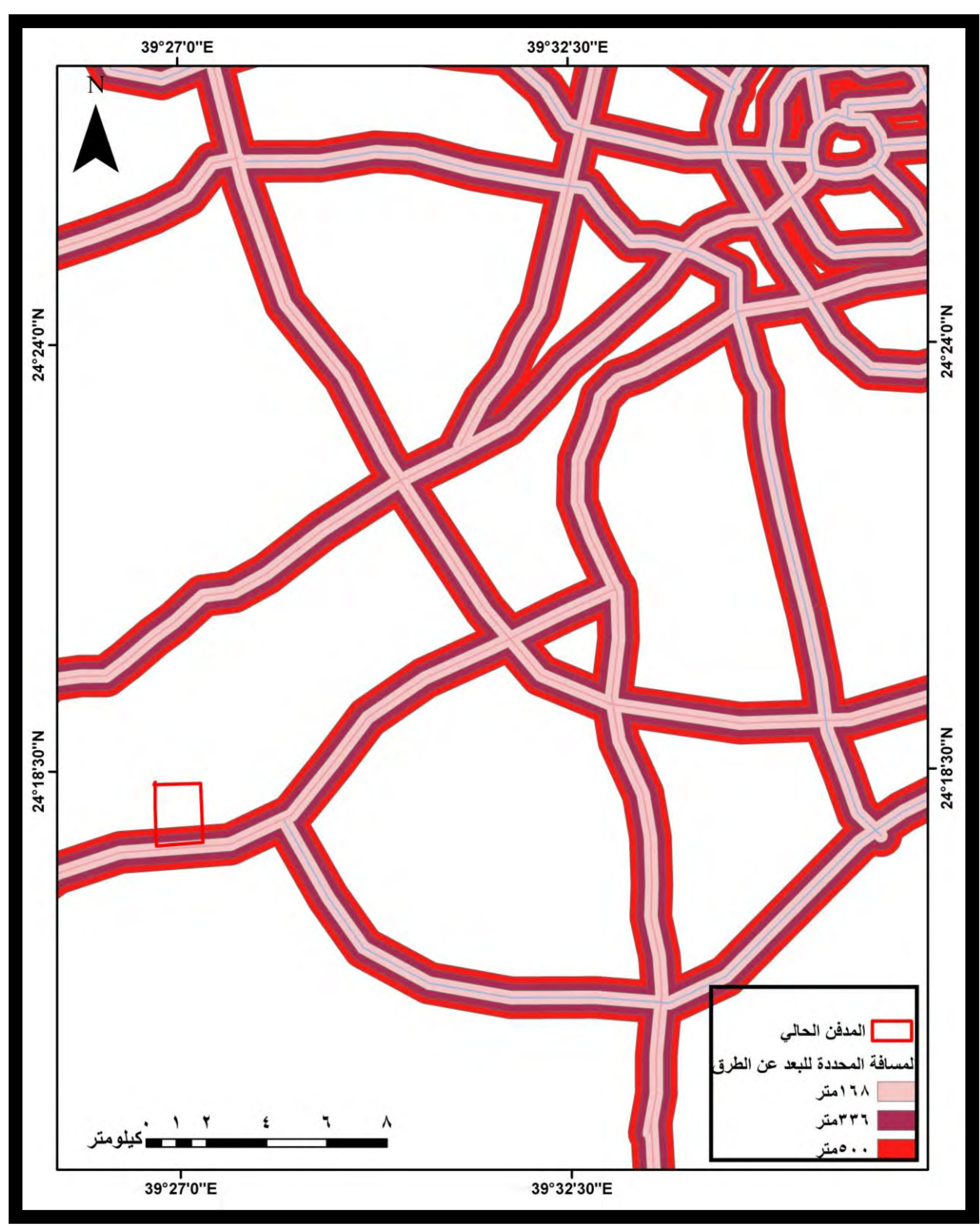
شكل رقم (٢٢)
موقع المدفن الحالي بالنسبة للمناطق السكنية



المصدر : الباحثة بناء على خرائط أمانة المدينة المنورة (١٤٢٩هـ، ١٤٣٠هـ)

شكل رقم (٢٣)

موقع المدفن الحالي بالنسبة للطرق السريعة



المصدر : الباحثة بناء على خرائط أمانة المدينة المنورة (١٤٣٠هـ) وخرائط الفارسي(١٤٢٥هـ)

التكامل بين الإدارات الحكومية في المنطقة. ومع ذلك فإننا نجد ابتعاد منطقة الدفن الحالية عن موقع المطار بمسافة تجاوزت ٣٦كم) شكل رقم ٢٤ (مما يعني أنه لا يشكل أي درجة من الخطورة بل إنه يعكس المثالية الموقعية وبدرجة عالية من الآمن، و إن لم يكن ذلك محض مصادفة فهو يعكس اهتمام المسئولين بإبعاد منشأة حيوية ودولية كمدرج المطار عن أي طيور ضالة قد تعترض طريق الطائرات في إقلاعها و هبوطها والتي تمثل خطراً يهدد حياة ركابها، وحمايتهم من أي مخاطر متوقعة كالظهور الغازات السامة مثل غاز الميثان سريع الإشتعال من جراء تفاعل مواد النفايات المردومة)**زاهد ، ١٩٩٩م، ص ٦٨**(، إضافة إلى المحافظة على الوجه الحضاري للمدينة الرسول صلى الله علية وسلم بصورة يستشعرها جميع الوافدين إليها و المحلقين في سمائها من داخل المملكة و كآفة أنحاء المعمورة .

و وفق المعايير الإقتصادية والإجتماعية تراوحت درجات الملاءمة المكتسبة للموقع الحالي)جدول رقم ١٢(ما بين درجة الملاءمة المنخفضة لإقترابه من المناطق السكنية وطول مسافة الرحلة اليومية والبعد عن مصادر التولد ويصل الإنخفاض في الملاءمة لدرجة غير ملائم عند اقترابه من الطرق السريعة بشكل تجاوز أدنى الحدود إضافة لوقوعه في مخططات سكنية، وترتفع الملاءمة في الموقع بإبتعاده عن مطار المدينة المنورة، وهي درجة الملاءمة المرتفعة والوحيدة التي يحققها الموقع الحالي ليس على مستوى المعايير الإجتماعية والإقتصادية فحسب بل على مستوى جميع المعايير المستخدمة في الدراسة الحالية.

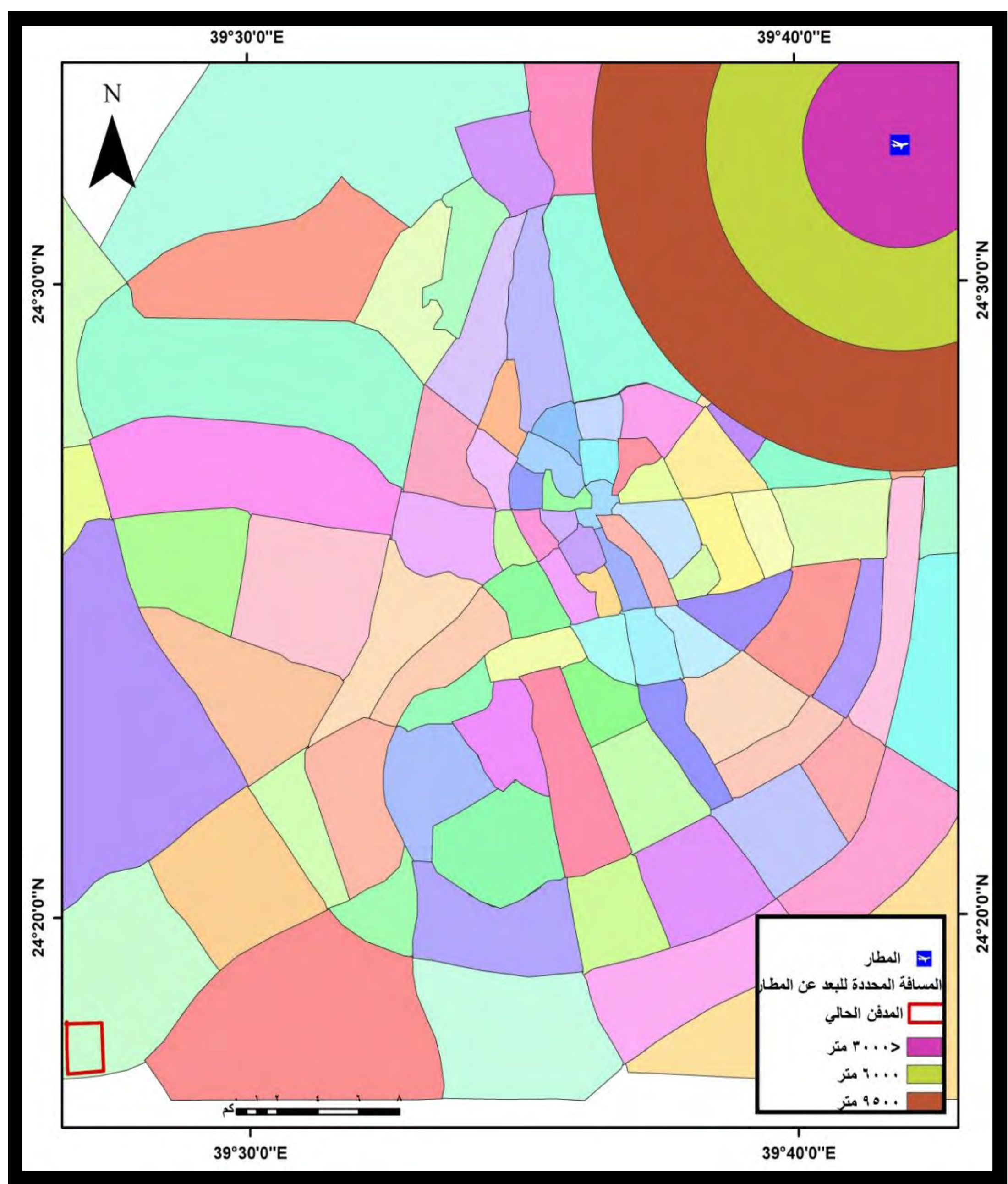
ج. الإعتبارات البيئية

تعد ظاهرة التلوث البيئي أحد أهم المشاكل التي تواجه البشرية اليوم وهي ظاهرة واكبت تطور الكائن البشري من خلال نموه الإقتصادي في مجالات الصناعة والزراعة والعمران، وما صاحبها من ازدياد الاستهلاك ونشوء مخلفات متعددة الصور والتأثيرات، والتي قد تؤدي سوء إدارالها لإحداث ضرر صحي في القوى البشرية و فقدان للموارد الطبيعية .

و التفسير اللغوي لتلوث شئ ما أي خالطته مواد غريبة ضارة، كما تعرف الدوائر الموسوعية التلوث بأنه " تغير فيزيقي كيميائي أو حيوي في المحيط الذي يؤثر على نوعية حياة الإنسان")**مصيلحي ،٢٠٠٠م ، ص٤٨٩**(. ويتألف النظام البيئي من أربعة عناصر طبيعية تشمل الأرض و ما عليها و المحيط بها ، وتعرف هذه العناصر بالأغلفة وهي الغلاف المائي **Hydrosphere**و الغلاف الجوي **Atmosphere**والغلاف الصخري **Lithosphere** و الغلاف الحيوي **Biosphere**

شكل رقم (٢٤)

موقع المدفن الحالي بالنسبة لمطار المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء خريطة أحياء وبلديات المدينة المنورة (أمانة المدينة ،١٤٣٠هـ)

جدول رقم (١٢)

درجات ملاءمة الموقع الحالي للمعايير الإجتماعية و الإقتصادية

	عامل الإختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملاءمة	حالة الموقع
الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية	البعد عن مصادر التولد(كم)	< ٣ كم	٧	مرتفع	
		٤ – ١٥ كم	٥	متوسط	
		١٥ – ٣٠ كم	٣	منخفض	
		٣٠ – < ٥٠كم	١	غير ملائم	
	البعد عن المناطق السكنية	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن الطرق السريعة	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن المطار	<٩٥٠٠متر	٧	مرتفع	
		٩٥٠٠متر	٥	متوسط	
		٦٠٠٠متر	٣	منخفض	
		<٣٠٠٠متر	١	غير ملائم	
	استخدامات الأرض	أرض مخططة للسكن (حي المفرحات)	١	غير ملائم	

المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

ويتكون كل منها من مجموعة من الأنظمة الثانوية التي تؤدي دورها ضمن النظام البيئي العام)**الأحيدب ، ١٤٢٤هـ، ص١٢**(.

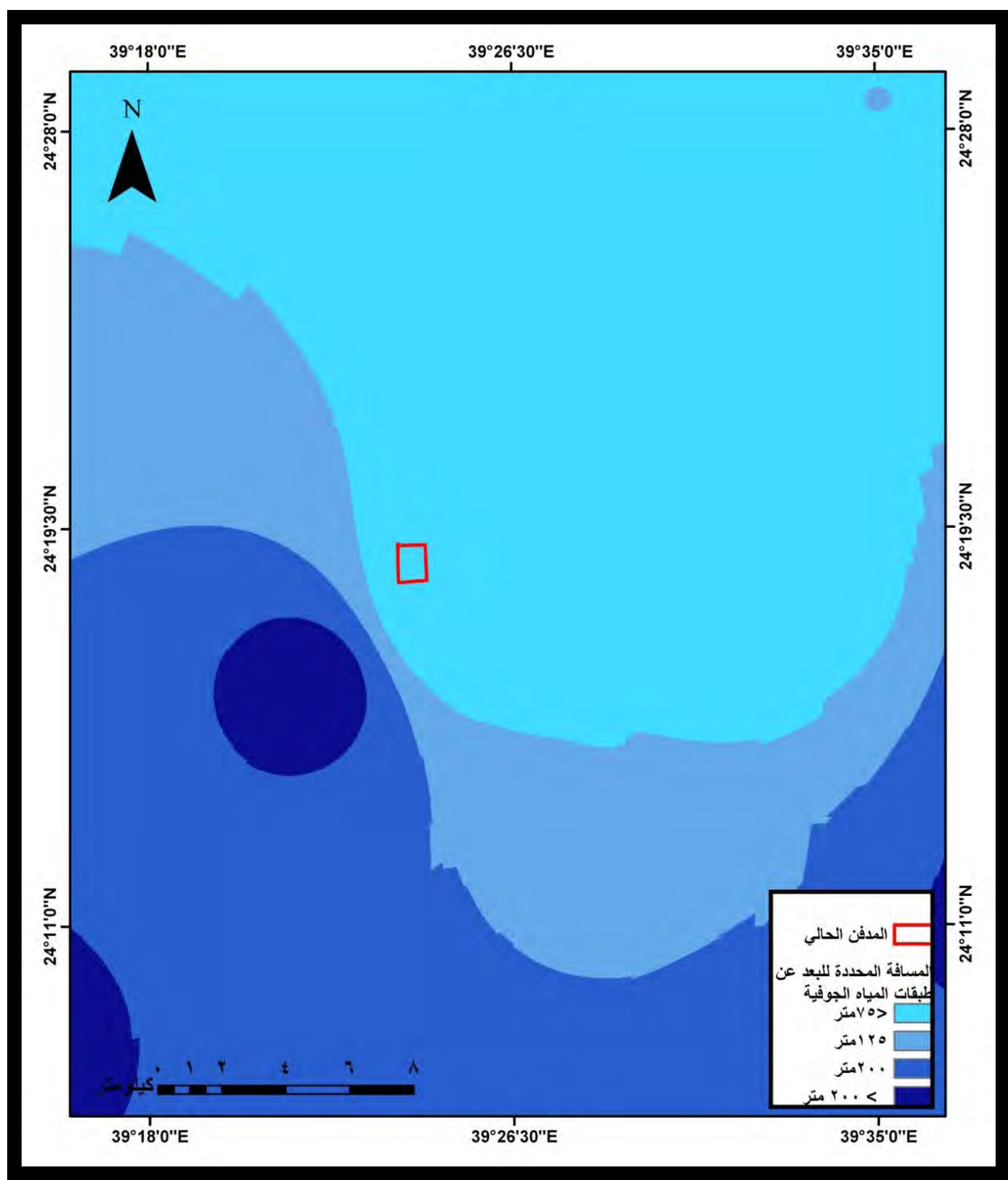
ونظراً لأن المخلفات التي سيتم التخلص منها في المدافن سوف تظل بشكل دائم فإنه يجب الإهتمام بإيجاد نظام للتبطين عالي الجودة حافظاً على المكونات البيئية المحيطة، و هذا ما افتقر إليه المردم الحالي فهو مجرد حفر متهتكة و أرضية عارية من السهل أن تخرج منه الملوثات للطبقات الحاملة للمياه الجوفية والتي يصل عمقها إلى أقل من ٧٥متر حول منطقة المدفن مما يشكل خطورة على مكامن المياه الجوفية)شكل رقم ٢٥(، ويزيد من فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي.و ليس هذا فحسب بل إنه يبعد بمسافة ٩،٢٦كيلومتر عن أقرب بئر مياه إنتاجية مستغلة وهي إن كانت تقع في درجة ملاءمة متوسطة)شكل رقم ٢٦(، إلا إنه في ظل شح موارد المياه والزيادة المطردة في الطلب عليها فإن المياه الجوفية تمثل مصدراً مهماً من مصادر المياه الصالحة للشرب والري في المناطق الجافة، خاصة وأن هذه المياه تكون عادة ذات نوعية جيدة لخضوعها لعمليات الترشيح الذي تقوم به التربة طبيعياً أثناء تغلغل المياه ونفاذها من خلالها وتخلصه من معظم الشوائب والبكتريا والمواد العضوية العالقة)**قنديل ،٢٠٠٨، ص١٧**(. وعند حدوث تلوث للمياه الجوفية يصعب إن لم يكن مستحيلاً التخلص من هذا التلوث أو إجراء معالجة للمياه الموجودة في الطبقات الحاملة (**www.almyah.net**(. مما يقود للحد من الإستفادة بهذه المياه في الأغراض المختلفة إضافة إلى الإضرار بحياة الإنسان والحيوان والنبات و التسبب بكثير من الأمراض.

و تعتبر مياه الأمطار ومياه السيول الجارية في الأودية هي المصدر الرئيسي الذي يغذي الطبقات الحاملة للمياه، و بما أن التذبذب في سقوط الأمطار وعدم الإنتظام والتركز الشديد في بعض الأيام والفصول من السنة هو السمة البارزة في مناخ المدينة المنورة، التي تكتنفها الأودية والشعاب من جهاتها الأربع التي قد تسيل بشكل مؤقت عند سقوط الأمطار فإنه من الحكمة استغلال هذه المنحة الإلهية وتحفيز عملية تغذية الخزان الجوفي بالمياه النقية، و إبعاد مواقع دفن النفايات بقدر المستطاع عن تلويث هذه النعمة.

وقد لجأت المدينة المنورة لتغذية هذا المخزون بإقامة سدود التغذية التي تكون عادة في الأجزاء الدنيا من مجاري الأودية لتقليل سرعتها ومن ثم تنظيم سيرها فوق مساحات كبيرة خلف السد لإعطائها فرصة التسرب السريع تحت الأرض قبل تبخرها)**طلبة،١٤٢٣هـ، ص١٩٥**(. ويعد سد الغابة في شمال المدينة المنورة من أهم السدود التي أنشئت بغرض تجميع مياه الأمطار وهو مجمع سيول وادي القنا و بطحان والعقيق والفروع المغذية لها. ويأتي وادي العقيق في مقدمة أودية المدينة المنورة و تأتي مياهه

شكل رقم (٢٥)

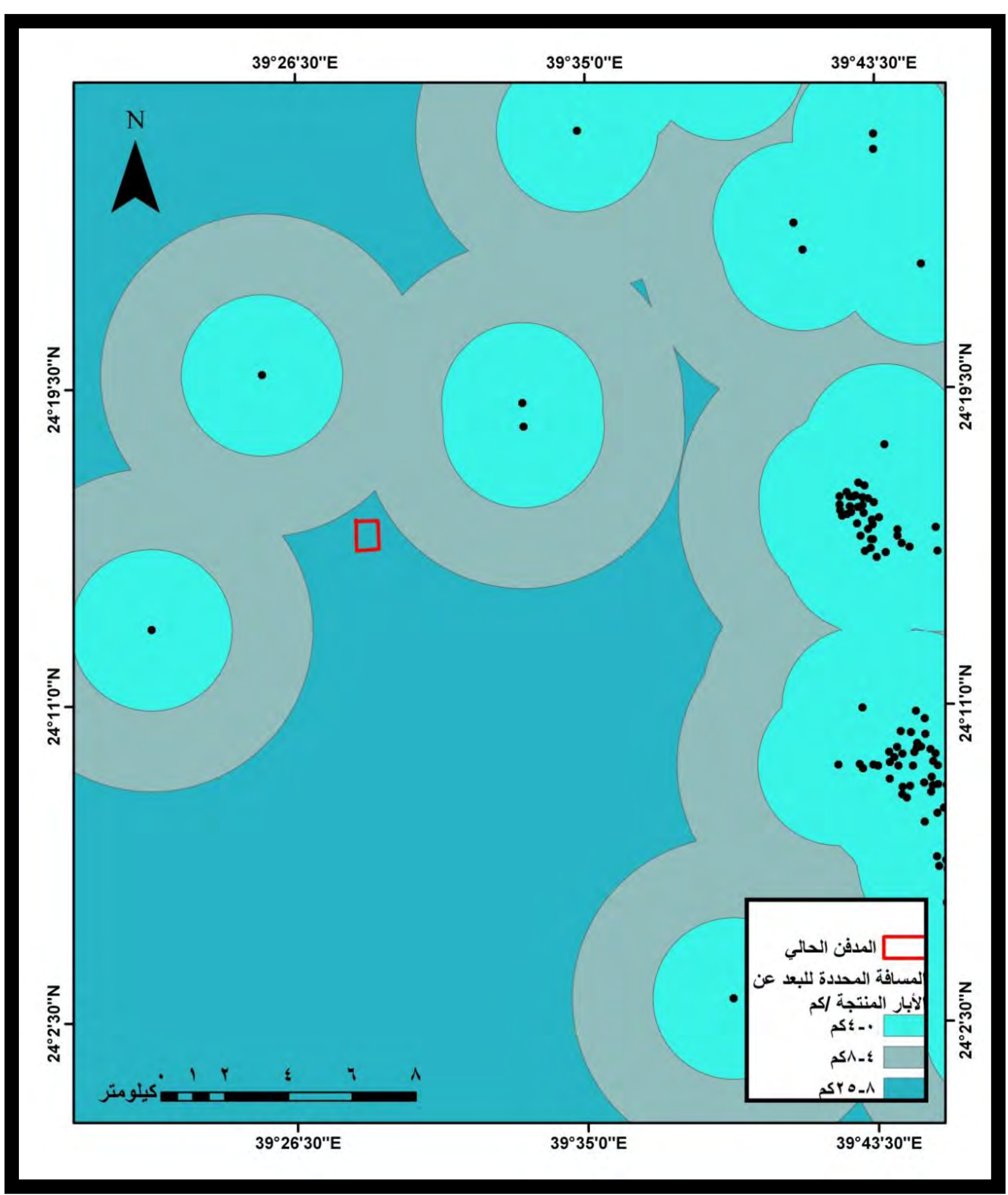
موقع المدفن الحالي بالنسبة لعمق المياه الجوفية



المصدر: الباحثة بناء على بيانات وزارة المياه (الرياض،١٤٣١هـ)

شكل رقم (٢٦)

موقع المدفن الحالي بالنسبة لأبار المياه المنتجة



المصدر :الباحثة بناء على بيانات وزارة المياه (الرياض،١٤٣١هـ)

من جبل قدس الذي يدعى الآن جبل أدقس أو جبل عوف جنوب المدينة بأكثر من ١٠٠كيلومتر)**الوطن، ١٤٣١هـ، العدد ٣٤٠١**(.ويقع المدفن الحالي للمدينة المنورة بشكل متماس مع أحد روافد وادي العقيق)شكل رقم ٢٧(مما قد ينذر بجرف الوادي عند سيلانه ما في طريقه من نفايات وينشرها في الأحياء أو يأخذها معه إلى حيث يستقر و سريان مياهه المختلطة بالملوثات لباطن الأرض وتلويث المياه مما يفاقم من خطورة هذه النفايات.

وتتفاوت الملاءمة الموقعية لأرض الدفن الحالي بالنسبة للإعتبارات البيئية)جدول رقم ١٣(فهو يكتسب درجة غير ملائم بالنسبة لقربه من مجاري الأودية، والبعد عن طبقات المياه الجوفية. و يبعد بمسافة ذات درجة ملاءمة متوسطة عن الآبار المنتجة والمستغلة. وبما أن المنظومة البيئية سريعة التغير والتأثر بالملوثات فإن ذلك يتطلب مزيداً من الإهتمام بمسألة حماية البيئة ورفع درجة الملاءمة والوقاية لأقصاها عند إنشاء منشأة مؤثرة كمدفن النفايات في سبيل حماية مكوناتها.

جدول رقم (١٣)

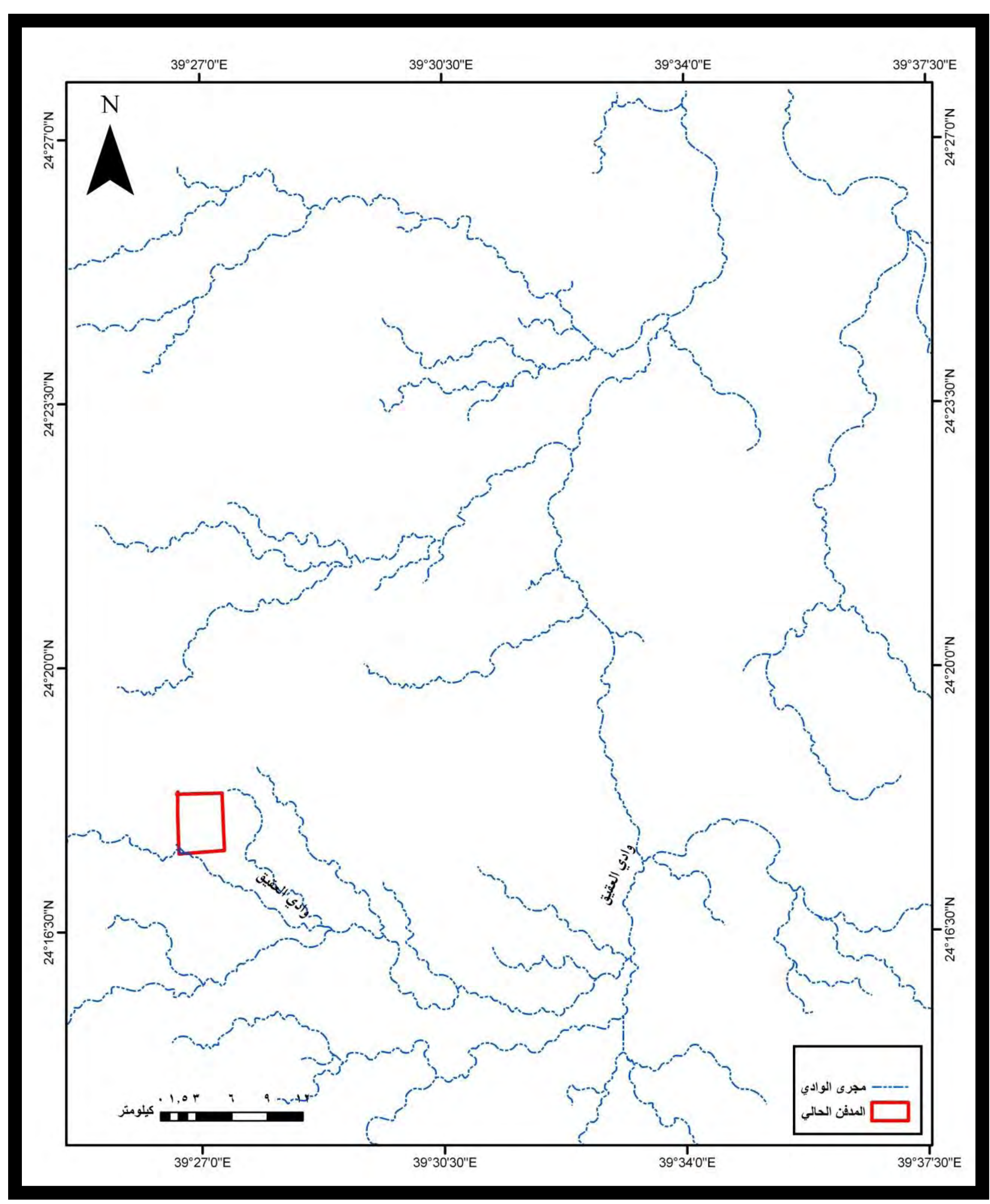
درجات ملاءمة الموقع الحالي للمعايير البيئية

	عامل الإختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملاءمة	حالة الموقع
الاعتبارات البيئية	البعد عن الآبار المستغلة	>٢٥كم	٧	مرتفع	
		٨–٢٥كم	٥	متوسط	
		٤– ٨كم	٣	منخفض	
		< ٤كم	١	غير ملائم	
	البعد عن طبقات المياه الجوفية	>٢٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٢٠٠ متر	٥	متوسط	
		١٢٥متر	٣	منخفض	
		< ٧٥ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن مجاري الأودية	>٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	

المصدر : الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

شكل رقم (٢٧)

موقع المدفن الحالي بالنسبة لمجاري الأودية



المصدر: الباحثة بناء على **DEM** و خريطة مسميات الأودية للمدينة المنورة (١٤٣٠هـ)

د. معايير القبول الجماهيري

تعتبر المشاركة الجماهيرية مبدأ أساسياً في إعلان بازل بشأن الإدارة السليمة بيئيـــاً، لـــذا مـــن الضروري أن يُتاح للجمهور ولكل الجماعات أو الأفراد أصحاب المصلحة فرصة المشاركة في تخطـــيط البرامج، و وضع التشريعات، واستعراض الوثائق والبيانات، بشأن القضايا المحلية المتصلة بشكل مباشـــر بمستوى الإصحاح البيئي والجسدي لأسرهم والقيمة العقارية لممتلكاتهم. وقد يسبب إهمـــال القبـــول الجماهيري تفاقم المشاكل ومقاومة المشاريع المزمع إقامتها، حيث استطاع ســـكان حـــي العقيـــق في ١٤٢٨هـــ من رفض إقامة مشروع تجميع وفرز النفايات بين تجمعاتهم السكنية لتخوفهم من الأضـــرار الصحية والبيئية التي تصاحب هذه الأنواع من النشاطات **(المجلس البلـــدي،١٤٢٨هـــــ، ص١)** إلا أن الرفض الجماهيري للموقع الحالي لدفن النفايات جاء بعد انقضاء إحدى وعشرين سنة على تأسيســـه في أعقاب التلوث الذي طال التجمعات السكنية المجاورة له، التي لم تكن لتحدث لو توفر لدى القـــائمين عليه منهجية واضحة تمكنهم من تطوير أساليب علمية للتنبؤ، وتقديم تصورات مستقبلية لمنطقة الـــدفن والمناطق المجاورة عن طريق استخدام المعطيات المتوافرة لعمل الإسقاطات لأعداد السكان واتجاه العمران والتنسيق المتبادل بين الإدارات بعدم إعطاء المنح ورخص البناء حول منطقة الدفن، مما يساهم في الحـــد من الآثار غير المرغوبة والتخفيف من حدتها.

وتعرضت البيئة الهوائية_كواحدة من مبادئ بازل المأخوذ بهـــا لإعـــلان الـــرفض أو القبـــول الجماهيري_ للتلوث بفعل الغازات والروائح الكريهة المنبعثة من باطن المردم خاصة في فترات الصـــيف الحار والتي تختلط بالهواء وتحملها الرياح الغربية السائدة في المنطقة إلى أقرب تجمع سكني أو أبعد منـــه، ويساند ذلك وقوع المدفن في اتجاه هبوب الرياح على الأحياء السكنية، التي يصل متوســـط الســـرعة القصوى لها حوالي (٤٧،٥٨كم/الساعة) مما يزيد من العمق والمدى الذي سوف تنتقل لـــه الملوثـــات وسرعة انتشارها و يفاقم خطورة النفايات ويرفع درجات الرفض و عدم الملاءمة وعدم الرضا لموقـــع الدفن الحالي (جدول رقم١٤).

جدول رقم (١٤)

درجات ملاءمة موقع المدفن الحالي لمعايير القبول الجماهيري

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملاءمة	حالة الموقع
معايير القبول الجماهيري	اتجاه الرياح	بعكس اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	٧	مرتفع	
			٥	متوسط	
			٣	منخفض	
		في اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	١	غير ملائم	

المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

وأخيراً يتضح من التحليل السابق أن موقع المدفن الحالي يتفق فقط مع معيار واحد من معايير اتفاقية بازل وهو البعد عن المطار، ولا يتوافق مع عشرة اشتراطات رئيسية استخدمتها الدراسة وهي نسبة الإنحدار و نفاذية التربة والبعد عن الطرق السريعة و البعد عن مصدر توليد النفايات و مجاري الأودية و الأبار المستغلة والمنتجة ومستوى عمق الطبقات الحاملة للمياه الجوفية و استخدام الأرض القائم إضافة لإتجاه الرياح السائدة. مما يعني عدم التزام موقع المردم الحالي بالمقاييس و الإشتراطات البيئية العالمية مما جعله يؤثر سلبياً على المصادر الطبيعية والصحة العامة الأمر الذي يستوجب ضرورة البحث عن موقع بديل بعد قفل المردم الحالي بالطريقة البيئية السليمة والصحيحة التي لا تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على الإنسان و الهواء و المياه أو الأرض وبما يكفل منع كشف النفايات وتقليل فرصة تسرب مياه الأمطار إلى النفايات المدفونة فيه.

٤_١_١ : حساب درجة ملاءمة موقع المدفن الحالي

نتج عن تحليل موقع الدفن الحالي بإستخدام ظواهره المكانية الجغرافية المرتبطة بقاعدة البيانات الوصفية التي تبين خصائصه والتي استطاعت إظهار كآفة إمكاناته وسلبياته ومعوقاته، تحديد درجة كمية لمدى ملاءمته حيث تراوحت القيم الناتجة بين ١١ و ٧٧ بإعتبار أن أعلى قيمة يعني أعلى ملاءمة والأدنى قيمة أقل ملاءمة مع تفاوت درجات الملاءمة فيما بينهما. وقد حقق المدفن الحالي حسب مقياس

معايير الدراسة وجدول الملاءمة (٢٧) درجة أي ما يعادل (٣٥%) وهو بذلك يقع ضمن فئة موقع منخفض الملاءمة)جدول رقم ١٥(، و يدل على أن اختيار موقعه لم يكن يستند إلى أسس جغرافية طبيعية أو بشرية واقتصادية أو بيئة .

أو أن عمره الإفتراضي قد أوشك على الإنتهاء مما يعني ضرورة إعادة النظر في موقع المدفن الحالي خاصة بعد تعرض المناطق المجاورة للتلوث لاسيما من جراء دفن النفايات الصناعية ومحاولة إيجاد موقع بديل أكثر ملاءمة ومثالية بعد الأخذ بإجراءات القفل السليمة والصحيحة للمدفن السابق. وتحديد الغرض من استخدامه بعد إتمام عملية القفل التي من المفترض أن تكون قد حُددت في مرحلة الدراسة والتصميم قبل تشغيل أي مدفن، كما هو الحال في مشروع تحسين وتطوير مدفن النفايات القديم في حي عكاظ بمدينة الرياض وتحويله إلى منتزه جميل تغطية الأشجار وتتوسطه مختلف أنواع الملاعب الرياضية) clean.alriyadh.gov.com)وذلك حرصاً من إدارة النظافة بالرياض على سلامة البيئة وحمايتها من تلوث الغازات التي عادة تنطلق من مدافن النفايات القديمة .كما يجب الأخذ بأساليب التخطيط الحديثة القائمة على التقنية وبرامج الحاسب الآلي والنظم الخبيرة والمعرفية خاصة بعد أن أثبت نظام المعلومات الجغرافي قدرته الفائقة في التحليل المكاني والإحصائي، وسرعته في دراسة العلاقات بين الخصائص الجغرافية لموقع معين للتعرف على المميزات الكامنة به أو السلبيات التي يعاني منها، وتعد أدوات التحليل المكاني الثروة الكبيرة التي توارثها الجغرافيون والمخططون على السواء من أدوات هذا النظام، حيث يلعب التخطيط دوراً هاماً في حياة الدول والمجتمعات للحفاظ على بقاء و تطور الإنسان و تحقيق المعادلة الصعبة بين السكان و الموارد.

جدول رقم (١٥)
درجة ملاءمة موقع المدفن الحالي

القياس النسبي	النسبة المئوية	درجة الملاءمة	حالة الموقع
٧٧ _ ٥٧،٧٦	٧٥،١% _ ١٠٠%	مرتفع الملاءمة	
٥٧،٧٥ – ٣٨،٦	٥٠،١% _٧٥%	متوسط الملاءمة	
٣٨،٥ _١٩،٢٦	**٢٥،١% _ ٥٠%**	**منخفض الملاءمة**	
١٩،٢٥_١١	١٤% _ ٢٥ %	غير ملائم	

المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

٤_٢ : تحديد أنسب المواقع لدفن النفايات الخطرة بالمدينة المنورة

يعتبر التخطيط البيئي أحد أهم وسائل حماية البيئة بإعتبار أن مكونات البيئة محور اهتمامه وخلاصة نتائجه، كما ينتج عن عملياته إدارة المشاكل البيئة واتخاذ القرارات المناسبة وتحقيق مجموعة من الأهداف وثيقة الصلة بالحفاظ على الموارد الطبيعية وصحة القوى البشرية و رفع مستوى عملية التنمية المستدامة. وتؤدي تقنية نظم المعلومات الجغرافية دوراً كبيراً في حماية البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية حيث تستطيع التعامل مع أغلب القضايا البيئية و تساهم في تقديم الحلول الناجعة لها، و ذلك لما لهذه القضايا البيئية من بعد جغرافي، كما و قد وُجد أن ما تمتلكه النظم من صفات الشمولية والدقة والقدرة الفائقة في عمليات التحليل المكاني والإحصائي جديرة بأن تكون في طليعة الآليات التي يمكن الإستفادة منها في تطوير عمليات التخطيط خاصة التي تحيط مكنونات البيئة بعين الرعاية والاهتمام. لاسيما أنها تألقت كتكنولوجيا كمبيوترية ذات مؤهلات عالية في دمج المعلومات الجغرافية المكانية مع المعلومات الوصفية في نظام تحليلي متكامل بما يمّكن الخبراء البيئيين والمخططين من تصور العالم الحقيقي و نمذجته رقمياً **)رحمة ، ٢٠٠١، ص٢٤(**.

و قد سمحت المنهجية المعتمدة وتطبيق النموذج الكارتوغرافي لمختلف الطبقات و البيانات المكانية والوصفية بتحديد أنسب المواقع لدفن النفايات الخطرة واستنتاج بعض المؤشرات الخاصة بتحديد مدى صلاحية ونسبة الأراضي الملائمة لإقامة مدافن جديدة في المدينة المنورة للسنوات القادمة والتي كانت على النحو التالي:

خلصت مرحلة التحليل المكاني لمنطقة الدراسة أن الأراضي غير ملائمة لإقامة مدفن صحي تشكل ما نسبته ٦% من مساحة المدينة المنورة وهي تخالف جميع معايير الموقع الأمثل للمدفن الصحي كما تراه اتفاقية بازل، و تتركز هذه المواقع في أقصى شمال المدينة المنورة و غربها و تقع بصفة عامة على ارتفاعات تتراوح ما بين ٦٩٥-١٢٤٦متر فوق مستوى سطح البحر مع غلبة الانحدارات الشديدة أكبر(>٢٥%) والتي تشكل صعوبة في الإنشاء و التصميم كما أنها تحتاج لعديد من عمليات التسوية علاوة على امتياز هذه المواقع جيولوجياً بإنتشار الصخور البركانية القاعدية مثل الأنديزيت و صخور حامضية مثل الريوليت إضافة للصخور رسوبية أخرى متباينة متنوعة **)الهلال ، ١٤٢٧هـ ص١٤٠(** وهي تعود لمتكون العيس الذي يعد من أقدم صخور المدينة وتوجد بها بعض مراكز النشاطات البركانية خاصة في شرق وجنوب هذا المتكون إضافة لتأثر صخور هذه المجموعة بالطي والتشوه العنيف **)الشنطي ، ١٤١٣هـ ، ص٤٧(**. كما تمتد حرة كرماء وجزء من حرة الوبرة في هذه المواقع، و يُعرف عن صخور الطفوحات البركانية (الحرات) عموماً بامتصاصها القوي لمياه الأمطار التي تنتقل إلى باطن الأرض بعد عبورها طبقة الرسوبيات مشكلة خزان مائي مهم لسكان المدينة المنورة

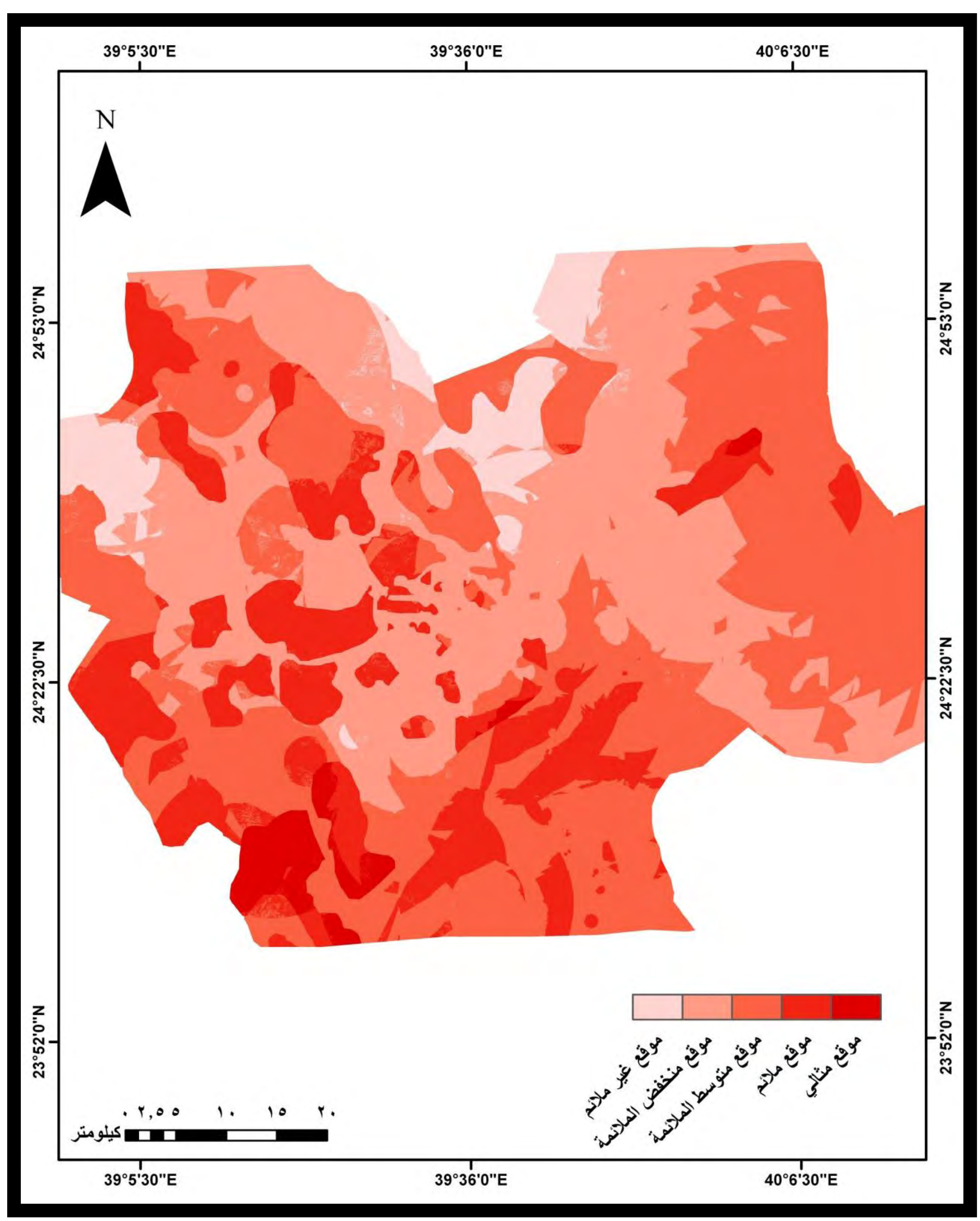
)**الرويثي و خوجلي، ١٤١٩هـ،ص٦٩**(، كما تسمح النفاذية السريعة نسبياً لطبقة التربة السطحية في تسرب مياه الأمطار كذلك إلى باطن الأرض حيث تخزن هناك إذا ما وجدت الشكل الجيولوجي المناسب، وبالمبدأ نفسه قد يثقل عامل النفاذية السريعة كاهل الخزانات الجوفية التي لا يتجاوز عمقها في تلك الجهات ٧٥متر بترسب رشيح النفايات الخطرة إذا ما تم استحداث منشأة الدفن فوق مجموعة أراضي هذه الفئة.

و مما تجدر الإشارة إليه أن ذلك الماء الباطني المخزون لم يتجمع من الأمطار التي سقطت مباشرة على السطح فقط ولكن جزءاً كبيراً منه نقلته الأودية الكثيرة التي تقطع حوض بالمدينة المنورة من جميع الإتجاهات، التي بتوضع مردم للنفايات في مجراها أو على تماس منها قد يهدد كذلك الطبقات الحاملة للمياه الجوفية. و لا يقتصر الأمر على هذا فحسب إذا ما علمنا أن هذه الأودية كانت ومازالت أفضل المواضع لقيام مراكز الاستقرار البشري خاصة في المناطق الصحراوية الجافة، حيث تشق فروع وروافد وادي النقمي والحمض الجهات الغربية والشمالية الغربية من المدينة، التي نشأت حولها المراكز الريفية كمركز المليليح و التي تسعى جهود أمانة المدينة المنورة في إطار خططها لتوجيه النمو العمراني في المنطقة لتحويلها لمدينة المليلح بطاقة سكانية تصل (٦٠ ألف نسمة) بحلول ١٤٥٠هـ)**عليوة ، ١٤٣٠، ص١٣**(و لا يتجاوز بعد مدينة المليلح المستقبلية (١١ متر) عن جملة المواقع غير الملائمة التي تكاد تحيط بمدينة المليلح من جميع الجهات مما قد ينذر بعواقب مزعجة على صحة البشر والبيئة إذا ما تم تحدي الواقع و إمكانات الموضع والموقع باستحداث منشأة الدفن الصحي في هذه الأراضي التي تخالف تماماً إشتراطات بازل بشأن الموقع الأمثل لمدافن النفايات الخطرة.

كما تبين من عمليات التحليل المكاني أن مساحة الأراضي ذات الملاءمة المنخفضة تزيد حوالي خمس مرات عن المجموعة الأولى بنسبة تصل إلى ٣٣% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة)شكل رقم ٢٨(، و التي لم تحقق من اشتراطات بازل للموقع الدفن الصحي سوى معيار واحد أو أثنين على الأكثر و في عدد قليل جداً من مواقعها، فأغلب مواقع هذه الفئة تستجيب للعوامل الإقتصادية التي تعتمد على مبدأ أقل تكلفة للنقل فهي تتواجد على مقربة معقولة من مركز توليد النفايات تتراوح ما بين ٢٨كم – ٤٥كم تقريباً ، لذلك تتخذ هذه الفئة شكلاً إشعاعياً مبعثراً إنطلاقاً من هذا المركز، وطبوغرافياً يتراوح ارتفاع أرضية هذه المواقع في وسط حوض المدينة المنورة بين ٤٢٠-٦٩٥متر فوق مستوى سطح البحر، ثم ما تلبث أن تبرز حول هذه الأرضية عدد من الكتل الجبلية أو الهضاب المتباينة في أشكالها وارتفاعاتها وأبعادها و عدم انتظام مواقعها، كما تبعثرت مجموعة مواقع هذه الفئة بشكل ملحوظ حول المجاري المائية المتمثلة في الأودية و روافدها.

شكل رقم (٢٨)

خريطة الملاءمة المقترحة لمدافن النفايات الخطرة في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

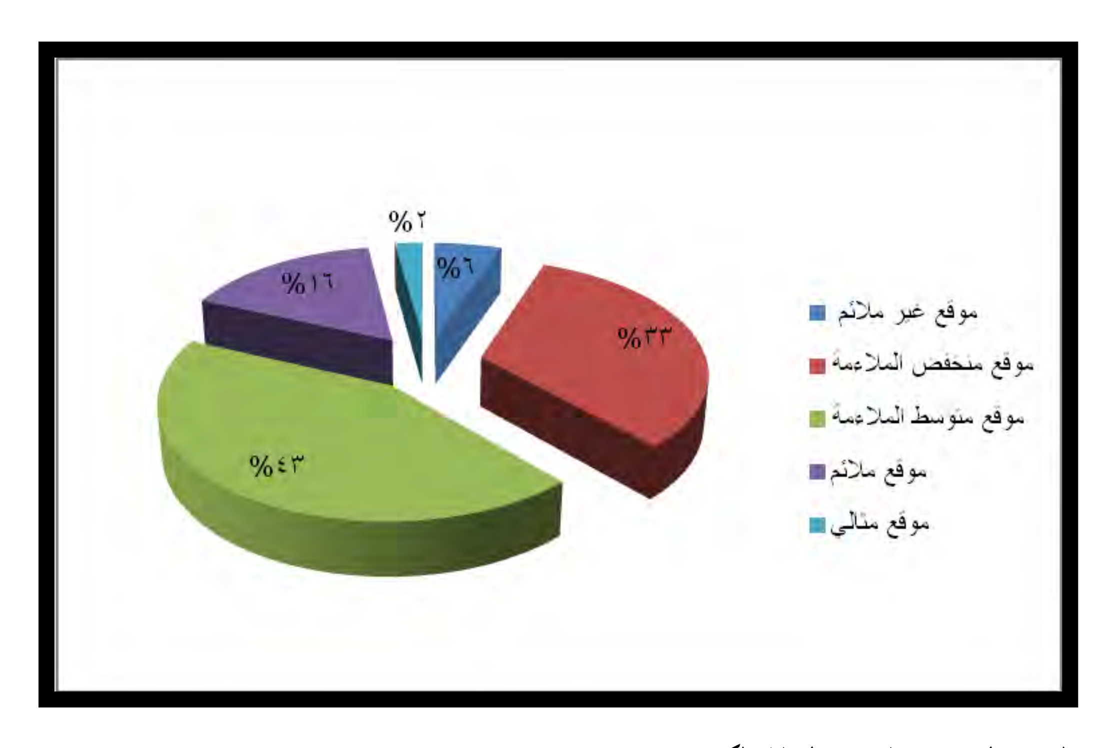
بحيث لم يتجاوز أبعدها ٦أمتار عن أقرب مجرى وادي كما هو الحال حول وادي الفرشة الذي يصب في وادي الحمض من جهته اليمنى. ويعد حوض المدينة بؤرة انتشار المجموعات السكنية على شكل حلقات دائرية تتوافق مع الطرق الدائرية الثلاث التي أنشئت مورفولوجية المدينة و شكلها العام، وقد وقع حوالي ٧٨% من النطاق العمراني المحدد بالطريق الدائري الثالث ضمن المواقع ذات الملاءمة المنخفضة لعمليات الدفن الصحي، و إذا ما أخذنا بعين الإعتبار سلبيات الموقع الحالي التي نتجت عن غياب النظرة الشمولية بعيدة النظر بالنسبة لحركة التوسع العمراني للمدينة فإن الباحثة ترى أن جملة ما يحيط به الطريق الدائري الثالث يعد مناطق غير ملائمة جداً لأي نوع من أنواع التخلص من النفايات واستيطان منشآتها أي كانت درجة التقنيات الهندسية المستخدمة انطلاقاً من اتخاذ التدابير الوقائية بدلاً من الإجراءات العلاجية بعد ذلك. فضلاً على أن مواقع هذه الفئة قد وقعت كلياً ضمن مناطق خطرة بيئياً على مكامن المياه الجوفية السطحية التي لم تتجاوز أعماقها ١٢٥متر مما يجعل ما يُدعى بعصارة النفايات والتي تكون لديها بنية كيميائية معقدة إضافة للقدرة العالية على التلويث وتغير نوعية المياه الجوفية إذا ما تسربت إليها بفعل الأداء السيئ للنواحي الجيولوجية في مواقع هذه الفئة، كما أن هذه المواقع تستجيب بشكل كبير للرياح الغربية السائدة نسبة للمناطق السكنية مما قد يؤدي لمضايقات جماهيرية ومعارضة إنشاء و تشغيل مدفن مستقبلي من بين هذه المواقع خاصة إذا ما أخذنا بعين الإعتبار الدروس المستفادة من مشكلة المردم العام الحالي الذي يقع ضمن هذه الفئة.

وامتدت معظم المواقع المتوسطة الملاءمة في شرق المدينة وجنوبها الشرقي وبعض المواقع المتفرقة في غرب المدينة بنسبة ٤٣% من مساحة المدينة المنورة، و يتفق هذا الإمتداد بشكل ملحوظ خاصة لمواقع هذه الفئة في الشرق و الجنوب الشرقي مع التكوينات الجيولوجية لحرة رهط الناتجة عن تتابع عدد كبير من الصبات البازلتية خلال عصر البلستوسين إضافة لحرة واقم التي تغطي مساحة متواضعة نسبياً من شرق المدينة)**الشريف ، ١٤١٩هـ ، ص٢٥**(، وكما ذُكر سابقاً فقد لعبت صخور الطفوحات البركانية التي تشغل مساحة واسعة حول المدينة دوراً هاماً في خزن مياه الأمطار على مختلف العصور، لهذا فقد أصبحت بعض مناطق المدينة المنورة مخازن جيدة للمياه الباطنية، و لحل ضائقة المياه التي تعد سمة بارزة في المناطق الصحراوية الجافة فقد لجأت المملكة إلى تطوير موارد المياه الباطنية بحفر عدة أبار إرتوازية و إنشاء شبكة أنابيب وخزانات لسقيا أهالي المدينة المنورة، لذلك نجد أن حوالي ٥٣% من أبار المدينة المنتجة والمستغلة لأغراض الزراعة و الشرب تقع على الطفوحات البركانية في الجنوب الشرقي وعلى أعماق تتراوح من ٢٠٠متر وأكثر وهي مواقع ترى بنود بازل أنها صالحة لإنشاء مدفن للنفايات الخطرة بعد اتخاذ الإحتياطات الهندسية المناسبة والتي تُبِعد احتمال تلوث هذه المياه عن طريق إيجاد

برنامج شامل لمراقبة المياه الجوفية كما هو الحال لدى الهيئة الملكية للجبيل وينبع حيث تتم بعناية مراقبة المياه الجوفية التي تقع ضمن المنطقة المجاورة لمرافق إدارة النفايات الخطرة و المردم الصحي و معظم الشركات ذات النشاط الكثيف علاوة على خزانات المواد البتروكيمائية و ذلك بغرض اكتشاف ومعالجة المواد الملوثة في وقت مبكر **(www.rciy.gov.sa)**، كما استطاعت هذه المواقع تحقيق السمات الطبيعية الجيولوجية المناسبة لموقع دفن النفايات الخطرة حيث لم يتجاوز انحدار جوانبها بصفة عامة عن ٥% تتخللها بعض من المرتفعات القليلة المنحدرة تقريباً بحوالي ١٥% التي تسمح درجة انحدارها بالسيطرة عليها و تسويتها إذا ما اضطرت الجهة المسئولة لإستخدام هذه المواقع و استحداث منشأة الدفن بعد النظر في مدى صلاحية الموقع المختار و إمكانية تعويض أوجه القصور في بعض المعايير بالتصميم الهندسي المناسب وفق ما يراه ذوي الإختصاص في هذا المجال. خاصة و أن هذه الفئة قد استحوذت على معظم مساحة المدينة المنورة مقارنة بمواقع الفئات الأخرى **)**شكل رقم ٢٩**(** أي أن هذه الفئة تحتاج إلى اشتراطات هندسية و ضوابط أكثر صرامة لضمان عدم تأثيرها السلبي على البيئة المحيطة.

شكل رقم (٢٩)

صلاحية أراضي المدينة المنورة لدفن النفايات الخطرة



المصدر : الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

و لم تخلُ منطقة المدينة المنورة من مواقع ملائمة، والتي تتوافق مع معظم بنود بازل وإن كان أداؤها سيئاً أو منخفضاً فقط في أحد خيارها، وقد وصل مجموع مساحتها ١٩١٠،٦٨كم٢ ما يعادل ١٦% من مساحة المدينة)جدول رقم ١٦(، تتوزع بشكل كبير في الأجزاء الجنوبية والجنوب غربية و بعض المواقع القليلة في الشمال الغربي من المدينة المنورة .

ويلاحظ تزايد درجة الملاءمة وصلاحية الأراضي لدفن النفايات الخطرة كلما اتجهنا نحو أطراف المدينة المنورة لتصل درجة الملاءمة في أقصى الجنوب الغربي من المدينة إلى درجة المثالية الموقعية وتحقيقها لأقصى ما يمكن تحقيقه من درجات وفق ما توافر من إجراءات بازل في منطقة الدراسة، وبالرغم من محدودية هذه الأراضي التي لم تتجاوز ٢% بمساحة ٢٧٠،٤٥ كم٢ من مساحة المدينة إلا أنها تدلل على إمكانية تحديد الموقع المثالي الذي قد يصعب إيجاده بالطرق اليدوية التقليدية وعلى إمكانية صياغته جغرافياً و إثباته خرائطياً بإحداثياته المكانية، بشكل يعزز من قدرة نظم المعلومات الجغرافية كأداة تحليله و تقنية ذات فعالية للمسئولين عن الإدارة البيئية و الموارد الطبيعية فهي تقلل إلى حد كبير من التكلفة و تحقق سرعة في اتخاذ القرار لمواجهة المشاكل المختلفة والعاجلة إضافة إلى المساندة في إنجاز الخطط بمعدلات أسرع وجودة عالية مما يقلل من الهدر في الوقت والطاقات والموارد .

جدول رقم (١٦)

مساحة الأراضي/كم٢ حسب صلاحيتها لدفن النفايات الخطرة

صلاحية الأراضي لدفن النفايات الخطرة	المساحة كم٢	النسبة المئوية %
أراضي غير ملائمة	٦٥٥,٦٧٥٣	%٦
أراضي منخفضة الملاءمة	٣٨٤٧,٥٤١	%٣٣
أراضي متوسطة الملاءمة	٥١٠٦,١٦٨	%٤٣
أراضي ملائمة	١٩١٠,٦٨٩	%١٦
أراضي مثالية	٢٧٠,٣٦١	%٢
المجموع	١١٧٩٠,١١كم٢	%١٠٠

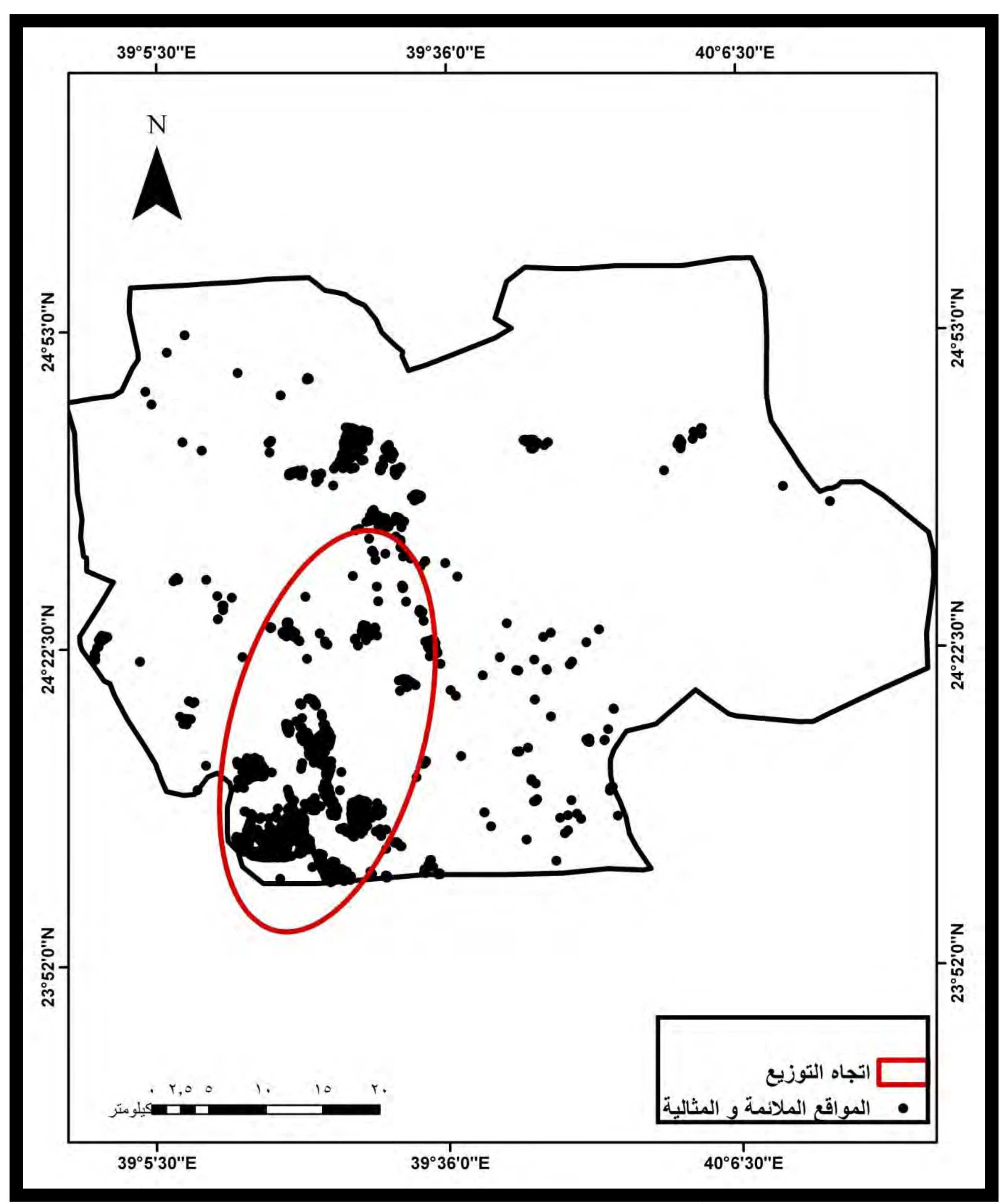
المصدر: حساب الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

و باستخدام وظيفة **Directional Distribution** أو أداة التوزيع الإتجاهي المتوافرة في هذه التقنية تم اختبار توزيع مواقع الدفن الصحي المقترحة للفئات الملائمة و المثالية)شكل رقم ٣٠(وتحديد الإتجاه العام لتوزيع هذه المواقع والذي يمتد بشكل واضح في اتجاه جنوب غربي، حيث بلغ البعد المعياري للمحور)X) حوالي ١٧٢١٢،٢ بإتجاه شرقي _ غربي والمحور)Y(حوالي ٣٦٥١٣،٩ بإتجاه شمالي _جنوبي بإنحراف عام يصل نحو ١٤،٨٢ درجة عن المحور الرئيسي. مما يعني أن أقصى الجهة الجنوبية الغربية أكثر جهات المدينة المنورة تحقيقاً لمعايير بازل الدولية مقارنة بالجهات الأخرى، حيث ظهرت هذه الجهات كمناطق تنمية مستقبلية تتخللها مجموعة من المناطق الجبلية في المخطط الإرشادي للمدينة المنورة، والتي من الممكن بدراسة وضعها الجيولوجي والجيوفيزيقي الحقلي و المخبري من استخلاص مواقع مثالية وبمواصفات هندسية عالية لدفن النفايات الخطرة.

و أخيراً استطاع نموذج الملاءمة الكارتوغرافي من معالجة البيانات المكانية و الوصفية وربطها خرائطياً والكشف عن مدى توافر الأراضي لإنشاء و إقامة مدافن جديدة في المدينة المنورة للسنوات القادمة، وتقديم الإجابة بشكل يمكن مشاهدته بصرياً على الخريطة و تصنيف كامل مساحة منطقة الدراسة لدرجات وفق مطابقتها لإجراءات بازل وملاءمة أراضيها لإقامة منشأة الدفن الصحي بشكل تمكنت الباحثة بواسطته من حساب مساحة كل فئة رقمياً و تحليلها، وقد توصلت عمليات التحليل المكاني إلى تفاوت أراضي المدينة المنورة في درجة ملاءمتها لعمليات الدفن الآمن فغالبية أراضيها ذات ملاءمة منخفضة و متوسطة وقد يرجع ذلك إلى الطبيعية الجيومورفولوجية للمنطقة التي ينتشر بها عدد لا حصر له من المهاميز الجبلية و الهضاب أو التلال المتباينة في أشكالها و ارتفاعاتها و أبعادها وعدم انتظام مواقعها سواء في قاعدة حوض المدينة أو على الأطراف، إضافة إلى التقاء مجموعة كبيرة من روافد الأودية التي تكاد تجري في أرضيها بكافة الإتجاهات. والتي قد تشكل عائقاً كبيراً في الوصول إلى مساحات للمواقع المثالية بنسبة كبيرة.

شكل رقم (٣٠)

اتجاه توزيع مواقع الدفن الملائمة والمثالية المقترحة في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

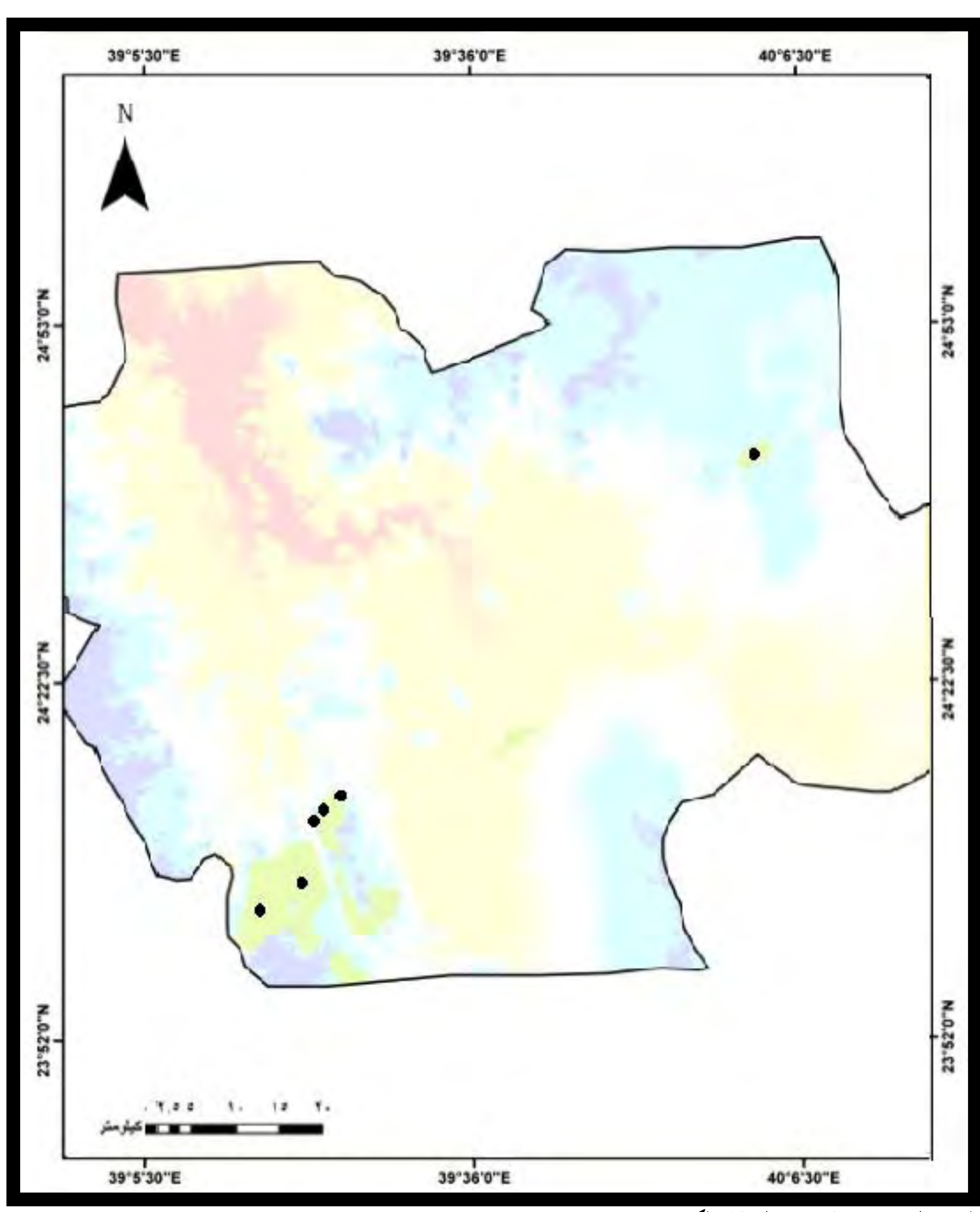
٤_٢_١: حساب درجة الملاءمة للمواقع المقترحة

إن الموقع الأكثر ملاءمة لدفن النفايات هو المكان الذي تحقق فيه أغلب العوامل و الإعتبارات الأساسية الجيولوجية و الإقتصادية و الإجتماعية و البيئية والفنية الأخرى، وتعد عملية اختيار الموقع الأمثل من بين المواقع المرشحة من الأمور الصعبة وذلك لتفاوت المميزات التي تتمتع بها هذه المواقع، لذلك يجب في هذه المرحلة من العمل التمتع بالحكمة والدراية والفهم لما قد ينتج من مضاعفات تؤثر على النتائج فيما بعد، فلابد أن يتم اتخاذ القرار بناء على الخبرة التجريبية والنظرة الواعية للماضي والحاضر والمستقبل والبحث الشامل ليكون القرار محققاً للغاية والهدف بقدر الإمكان **)نادر وآخرون ، ٢٠٠٧، ص٢١٩(**، وعادة ما يختار أفضل موقع من ناحية العوامل الكمية لإعتمادها أرقام واقعية يُعتد بمصداقيتها في عمليات الترشيح والترجيح بين المواقع وقد سمحت المنهجية المتبعة واستخدام أدوات التحليل المكاني بتحديد عدد من المواقع المثلى المقترحة لدفن النفايات الخطرة و التي حُددت من خلال رسم ثلاث دوائر متراكزة متباينة الأقطار تنطلق من مركز تولد النفايات في المنطقة إبتداءً من الدائرة المركزية التي يبلغ نصف قطرها ٣كم ثم الدائرة الثانية حتى الدائرة الثالثة التي يبلغ نصف قطرها ٥٠كم والتي تمثل أقصى بعد يمكن أن تسمح به إجراءات بازل عن مركز توليد النفايات، وعليه تم الحصول على ستة مواقع)شكل رقم ٣١(وبإعادة تصنيفها بناء على ما أحرزه كل موقع من درجات تم استبعاد ثلاثة مواقع، وكانت النتيجة الحصول على ثلاثة مواقع والتي من الممكن اقتراحها كمواقع مثلى لدفن نفايات المدينة المنورة)شكل رقم ٣٢(.

و بالرغم من تمكن نموذج الملاءمة الكارتوغرافي من اقتراح المواقع المثلى لدفن النفايات الخطرة إلا أن تلك المواقع تتفاوت في درجة تحقيقها لبنود بازل خاصة بتقسيم الدراسة الحالية ملاءمة المعايير لمستويات متدرجة ابتداءً من أسفل سلم التصنيف بدرجة (١) غير ملائم و ينتهي صعوداً بدرجة (٧) ملاءمة مرتفعة، أي تراوحت القيم الناتجة بين ١١ و ٧٧ بإعتبار أن أعلى قيمة يعني أعلى ملاءمة والأدنى قيمة أقل ملاءمة مع تفاوت درجات الملاءمة فيما بينهما، مما يستوجب معه تحديد درجة تحقيق كل موقع لإجراءات بازل حسب درجاتها المتفاوتة ومن ثم ترشيح أفضل المواقع الثلاث بناء على أعلى مجموع للدرجات)جدول رقم ١٧( )الدرجات التفصيلية ملحق رقم ٣(.

شكل رقم (٣١)

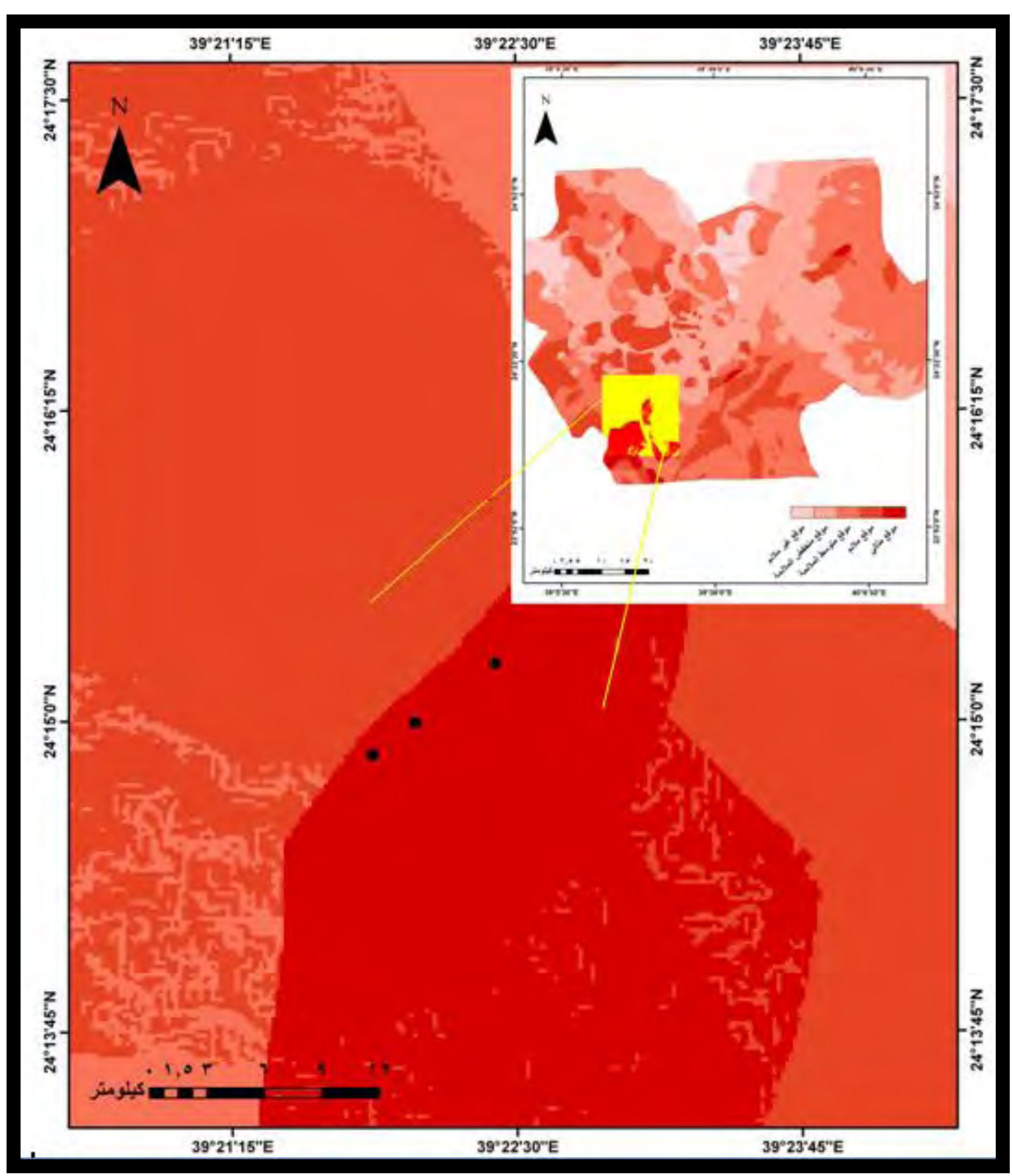
توزيع المواقع الصالحة لدفن النفايات في المدينة المنورة



المصدر:الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

شكل رقم (٣٢)

مـــــواقع الدفن الصحي المثـــــلى المقترحــــــة



المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

جدول (١٧)

أفضلية مواقع دفن النفايات المقترحة للمدينة المنورة حسب درجة الملاءمة

	المعيار	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث
المعايير الاجتماعية و الاقتصادية	المساحة	٣٠٢٤١٧،٧٥م٢	٦٦٤٨٢،٢٢م٢	١٤٩٨٧،٦٥م٢
	البعد عن المطارات	٧	٧	٧
	البعد عن الطرق السريعة	٧	٧	٧
	استخدام الأرض	٧	٧	٧
	البعد عن المناطق السكنية	٧	٧	٧
	البعد عن مصدر توليد النفايات	٣	٣	١
المعايير البيئية	البعد عن الأبار المنتجة	٣	١	١
	البعد عن الأودية	٧	٧	٧
	عمق المياه الجوفية	٧	٧	٧
معايير القبول الجماهيري	اتجاه الرياح السائدة	٧	٧	٧
المعايير الجيولوجية	نفاذية التربة	٣	٣	٣
	درجة الانحدار	٥	٥	٥
	المجموع	٦٣	٦١	٥٩
	النسبة المئوية	٨٢%	٧٩%	٧٦%

المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

وقد أثبت الاستشعار عن بعد بأنه وسيلة ذات فائدة كبيرة في حصر الموارد الطبيعية ومراقبة البيئة ورصد التغيرات التي تطرأ عليها، ولقد ساعد على اتساع استخدام مجال الاستشعار عن بعد كأداة مهمة من أدوات البحث الجغرافي و البيئي هو ما تمتعت به معطيات الأقمار الصناعية من حساسية شديدة وقدرات عالية لمسح وتغطية مساحات شاسعة، إضافة لتطور تقنيات وبرامج معالجة الصور الملتقطة مما يجعلها ترصد بدقة أكبر التغيرات التي تطرأ على الحيز الجغرافي بصفة عامة. ومن هذا المنطلق كان من الضروري الإستعانة بهذا الأسلوب العلمي المتطور و المنهج التقني المنظم، مما يساهم وبلا شك في دعم صناعة القرارات الخاصة بالشأن البيئي حتى تؤتي أكلها وتُجنى ثمارها وتُبدي نجاحها في الحفاظ على البيئة، و تفادي مشاكل ما قد ينجم عن إهمال مواقع دفن النفايات من مخاطر التلوث.

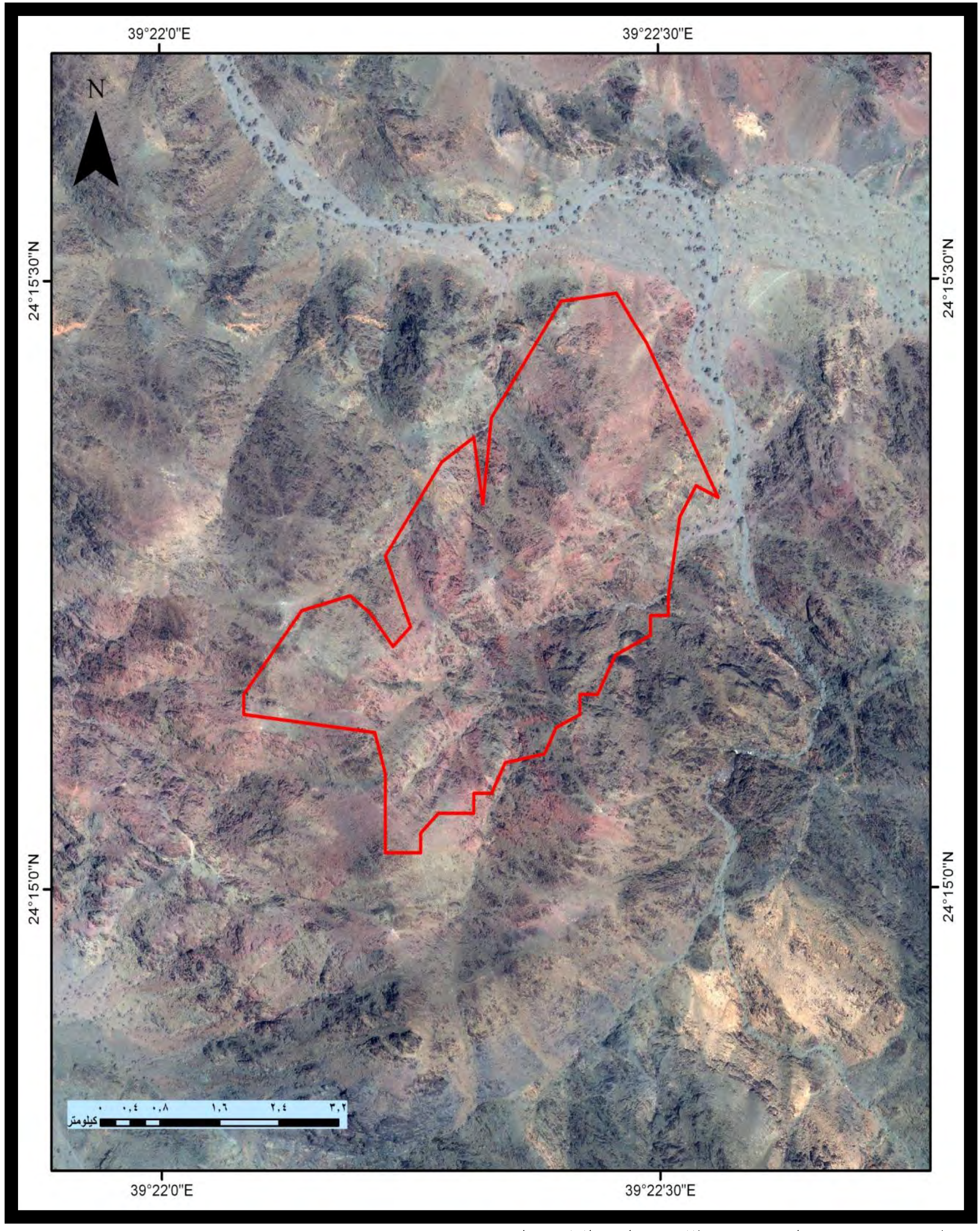
ولتحقيق هذا الغرض استعانت الدراسة الحالية بمرئيات اللاقط الأمريكي **Ikonos** الذي يتميز بدقة مكانية عالية تصل إلى ١متر وهي دقة تكفل الإطلاع على ما اقترحته الدراسة من مواقع مثلى لدفن النفايات الخطرة وبيان صورة أعمق عن إمكانيتها الطبيعية و البشرية و استخلاص طرق تنميتها وحساب أوجه إصلاحها وتكاليف تصميمها لذوي الإختصاص، وتعرض الأشكال (٣٣ ، ٣٤، ٣٥) المواقع المقترحة مثل ما تجسدت على أرض المدينة المنورة .

و يتضح من الصفات الجيمورفولوجية للموقع الأول المقترح (شكل رقم ٣٦) أنه يشكل منطقة تكاد تنعزل بصورة واضحة عن ما يجاورها بمجموعة من البروزات الصخرية التي تحيط به من معظم الجهات مما يعني توفر الحماية الطبيعية ومنع انتشار الملوثات السائلة في المناطق المحيطة،و بطبيعة الحال لا يمكن الأخذ قطعاً بهذا الإستنتاج دون استكمال المسح الجيولوجي و الجيوفيزيقي للموقع وتحديد التراكيب التحت السطحية واستكشاف سمك الطبقات الصخرية أسفل المدفن المتوقع إنشاؤه، وتصنيف أنواع الصخور ومدى نفاذيتها الأمر الذي يساهم بشكل كبير في تقدير حجم و تكاليف العمل الهندسي واقتراح ما يمكن تنفيذه ويتناسب مع طبيعية الموقع المقترح من تصميم خلايا الدفن وعمليات التغطية الوسطية والنهائية والطرق المتبعة لسحب الغازات الخطرة المتولدة عن دفن النفايات .

وقد حقق الموقع الأول المقترح جميع معايير الدراسة بدرجة مرتفعة وصل مجموعها الكلي (٦٣درجة) بإستثناء ما افتقرت إليه منطقة الدراسة أو عجزت أصلاً عن توفيره بدرجة مرتفعة من المثالية، فنفاذية التربة حققها الموقع بدرجة منخفضة لأن الغالبية العظمى من تربات المدينة المنورة (٥٢%) ذات نفاذية سريعة نسبياً، كذلك وصل الموقع لدرجة ملاءمة منخفضة من حيث البعد عن الأبار المنتجة والمستغلة التي يمكن تعويض قصورها ورفع درجة مثاليتها بالتصميم الهندسي في ظل

شكل رقم (٣٣)

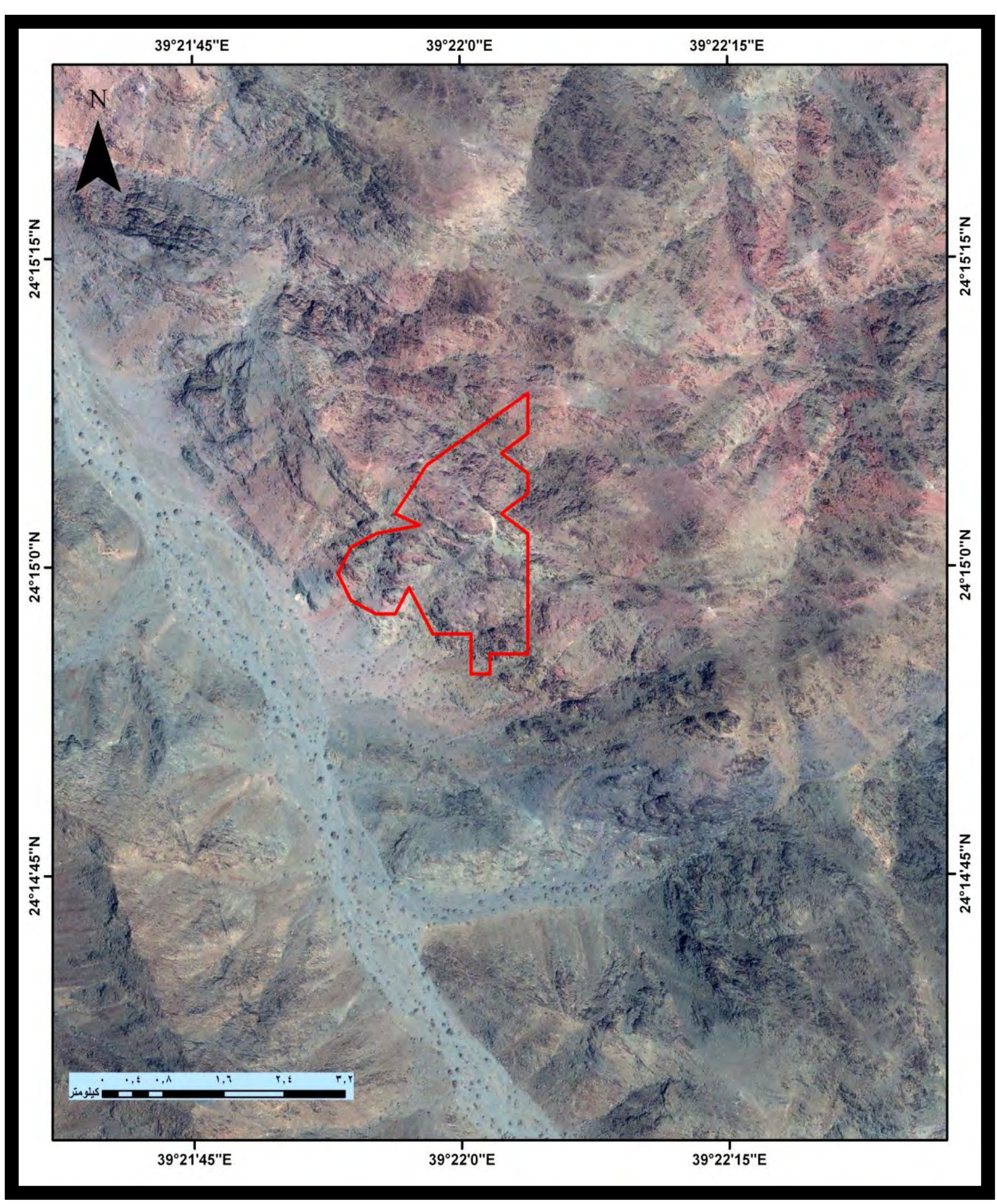
الموقع الأول المقترح للدفن الصحي للنفايات الخطرة



المصدر : معهد بحوث الفضاء ،مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية(٢٠١٠م)

شكل رقم (٣٤)

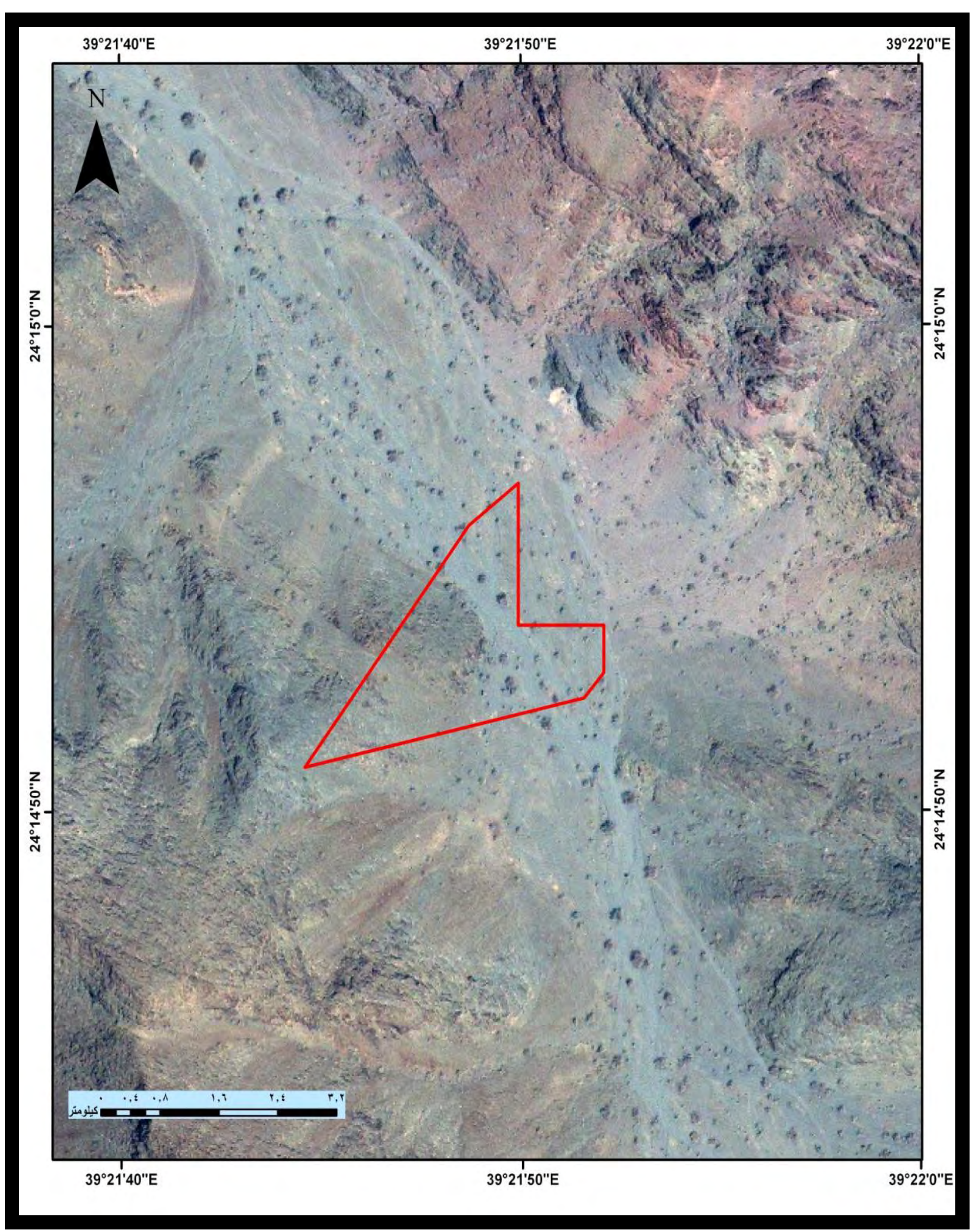
الموقع الثاني المقترح للدفن الصحي للنفايات الخطرة



المصدر : معهد بحوث الفضاء ،مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية(٢٠١٠م)

شكل رقم (٣٥)

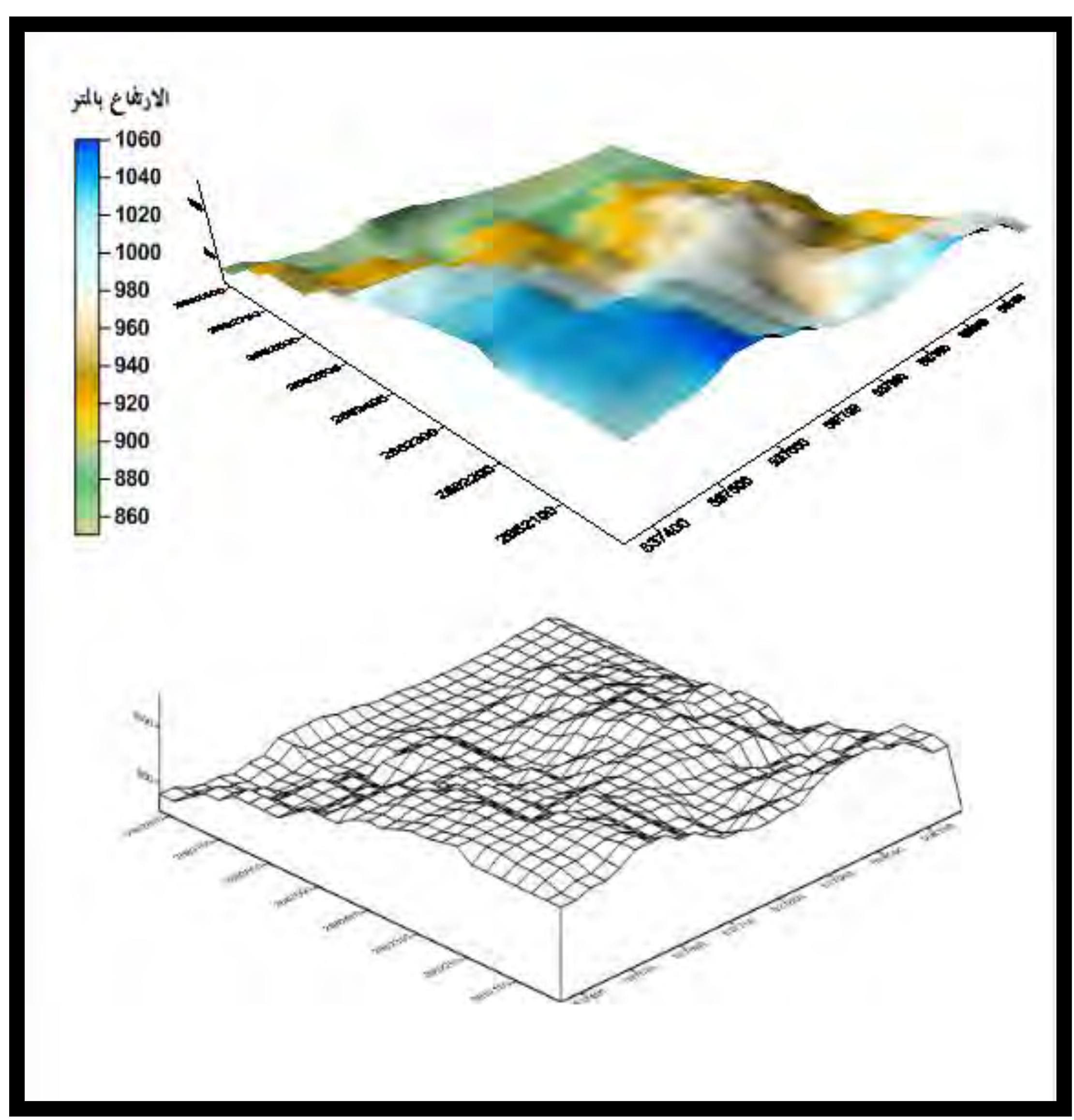
الموقع الثالث المقترح للدفن الصحي للنفايات الخطرة



المصدر : معهد بحوث الفضاء ،مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية(٢٠١٠م)

شكل رقم (٣٦)

نموذج ثلاثي الأبعاد للموقع الأول المقترح



المصدر : الباحثة

العمق المناسب للمياه الذي تجاوز ٢٠٠متر في الآبار المحيطة بالموقع حسب معيار بازل، إضافة إلى ما شهدته هندسة صناعة البطانة الاصطناعية من تطور والتي توضع أسفل المدفن بحيث تشكل حاجزاً أمام تسرب الرشيح للمياه الجوفية الواقعة أسفله، وبدرجة الملاءمة المتوسطة جاءت نسبة الإنحدار التي ترجع لمحدودية الأراضي المنبسطة تماماً في منطقة الدراسة فما توافر منها وما كان داخل حوض المدينة فقد شغله العمران و السكان، وما كان خارجه ظهر عليه التضرس و الإنحدار.

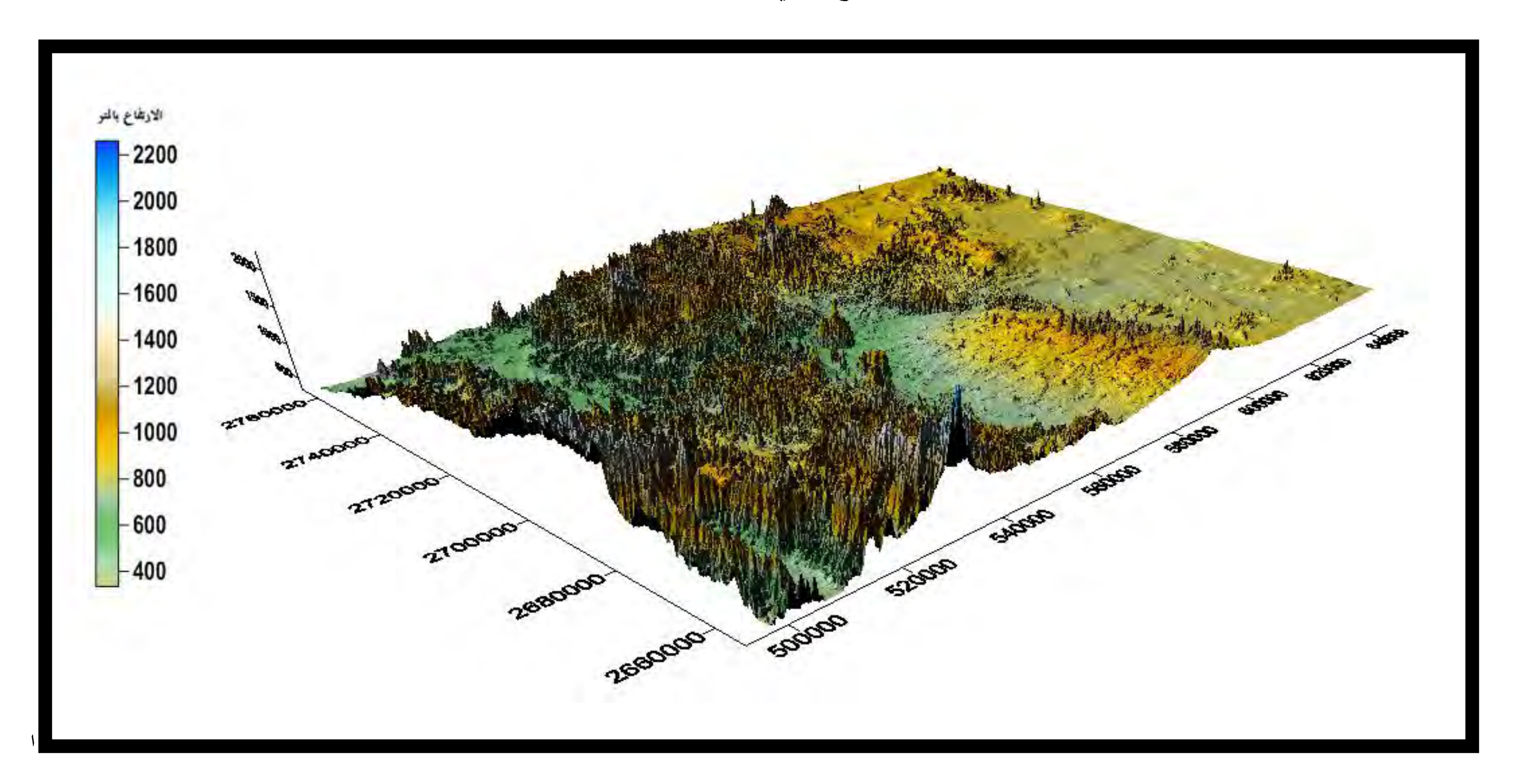
و يصف (شكل رقم ٣٧) طبوغرافية أرض المدينة التي تُبدي ارتفاعاً تدريجياً من أطراف الحوض المركزي المنخفض بإتجاه الخارج في جميع الإتجاهات بإستثناء الجهة الشمالية الغربية حيث تتجمع المسيلات المائية لتصب في وادي الحمض (**الشريف،١٤١٩هـ،ص٣٤**)، ولأجل العمران كذلك لم يستطع الموقع المقترح أن يصل بحدوده إلى أقل من أو يساوي (٣كيلومتر) فمسافة مثالية كهذه للبعد عن مصدر توليد النفايات حسب معايير بازل يعني وجود المدفن المقترح بين منازل السكان حسب ظروف منطقة الدراسة، لذلك ترى الباحثة أن مسافة ٢٩،٢٨كم تقريباً عن مركز تولد النفايات يعد مقبولاً و مرضياً في ظل ما سمحت به ظروف المنطقة.

ويأتي حسب مجموع درجات الملاءمة الموقع الثاني في الأفضلية بـ(٦١) درجة ما يعادل ٧٩% كأرض صالحة لتشيد مدفن صحي وآمن لدفن النفايات، متفقاً مع الموقع الأول المقترح فيما ندر توافره من معايير في منطقة الدراسة، ومختلفاً معه في درجة قربه من الأبار التي انخفضت لمسافة (٣،٣٧كيلومتر) فقط عن أقرب بئر مائي منتج ومستغل لأغراض الشرب أو الزراعة. إلا أن طبوغرافية هذا الموقع المحدبة (شكل رقم ٣٨) بالنسبة لما يحيط بها تجعله مفضلاً عن الموقع الثالث المقترح (شكل رقم ٣٩) من وجهة نظر صرف مياه المطر بعيداً عن الموقع بشكل طبيعي.

ويحتل الموقع الثالث هذه المرتبة بمجموع درجات كلي يصل لـ(٥٩) درجة ويحقق الإعتبارات الجيولوجية والجيمورفولوجية بنفس الدرجة التي حققها الموقعان الأول و الثاني، ويتفاوت معهما في ملاءمته الموقعية للمعايير الإقتصادية حيث تنخفض الملاءمة لدرجة غير ملائم في بعده عن مصدر توليد النفايات بمسافة تصل إلى (٣٢،٥٤كيلومتر) مما قد يزيد من تكاليف نقل ودفن النفايات مقارنة بالموقع الأول و الثاني، و يتفق مع الموقع الثاني في اقترابه من أبار المياه بمسافة تصل إلى (٣،٢٢كم) قد يعوضها العمل الهندسي من وضع برنامج شامل لمراقبة المياه الجوفية خاصة و أن الآبار المحيطة بهذه المواقع تتجاوز أعماقها بصفة عامة الـ(٢٠٠متر) (شكل رقم ٤٠ و شكل رقم ٤١) .وبما أن المواقع المقترحة افتقرت للمثالية الموقعية بالنسبة للإنحدار (شكل رقم ٤٢) فإنه يجب عند ترجيح أحد هذه المواقع لإقامة منشأة الدفن أن يتم تصميم

شكل رقم (٣٧)

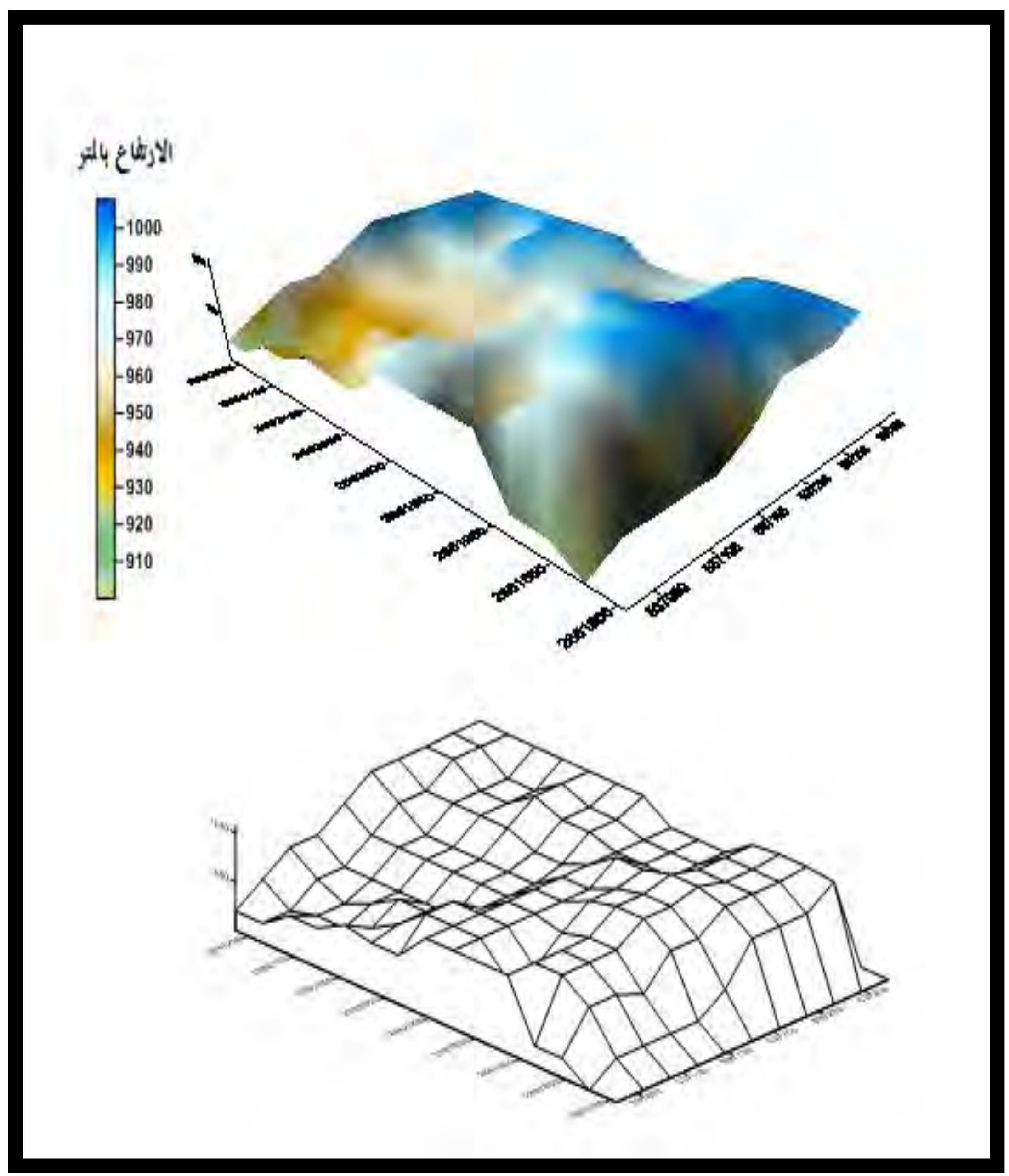
نموذج ثلاثي الأبعاد لتضاريس المدينة المنورة



المصدر : الباحثة

شكل رقم (٣٨)

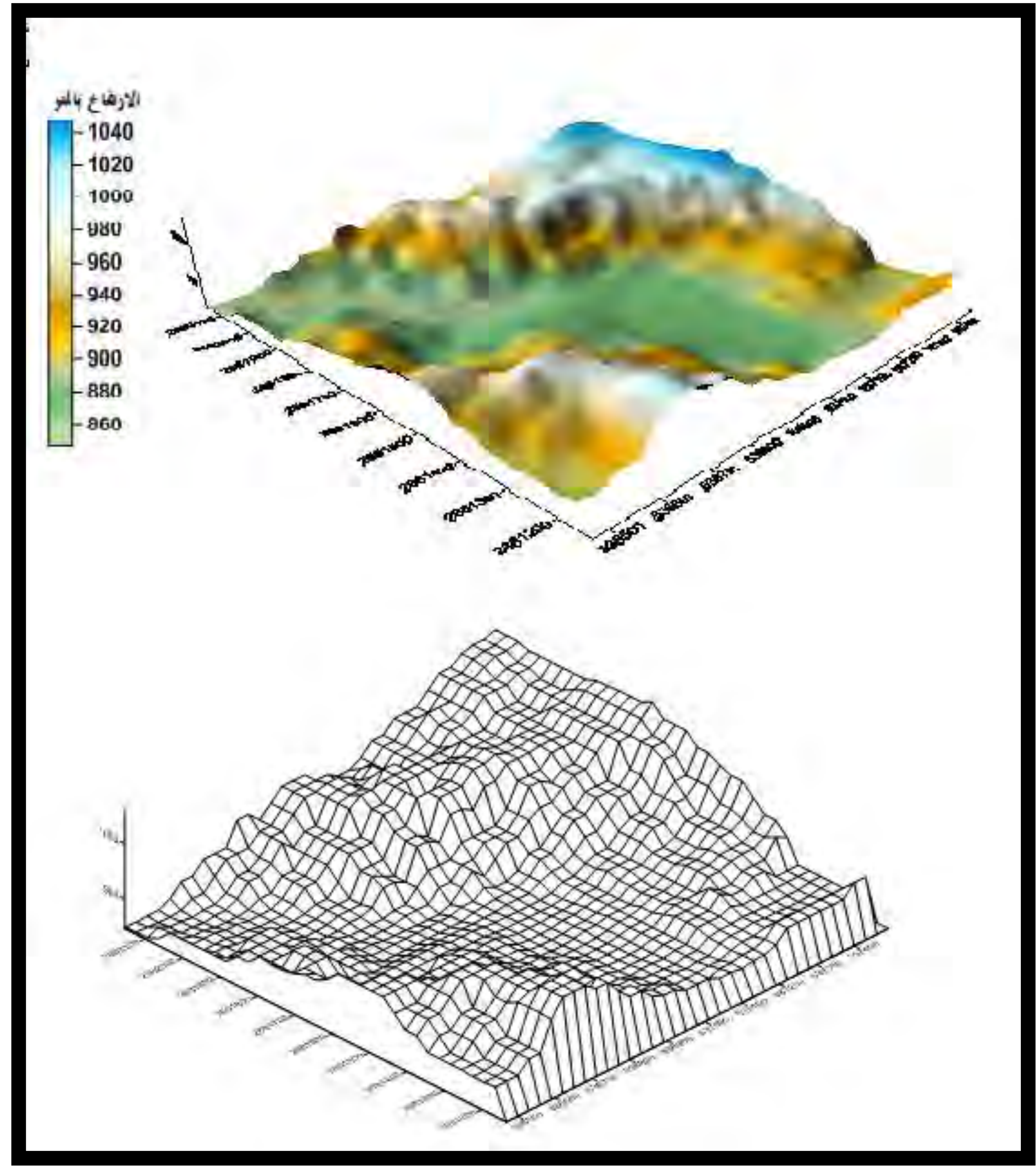
نموذج ثلاثي الأبعاد للموقع الثاني المقترح



المصدر: الباحثة

شكل رقم (٣٩)

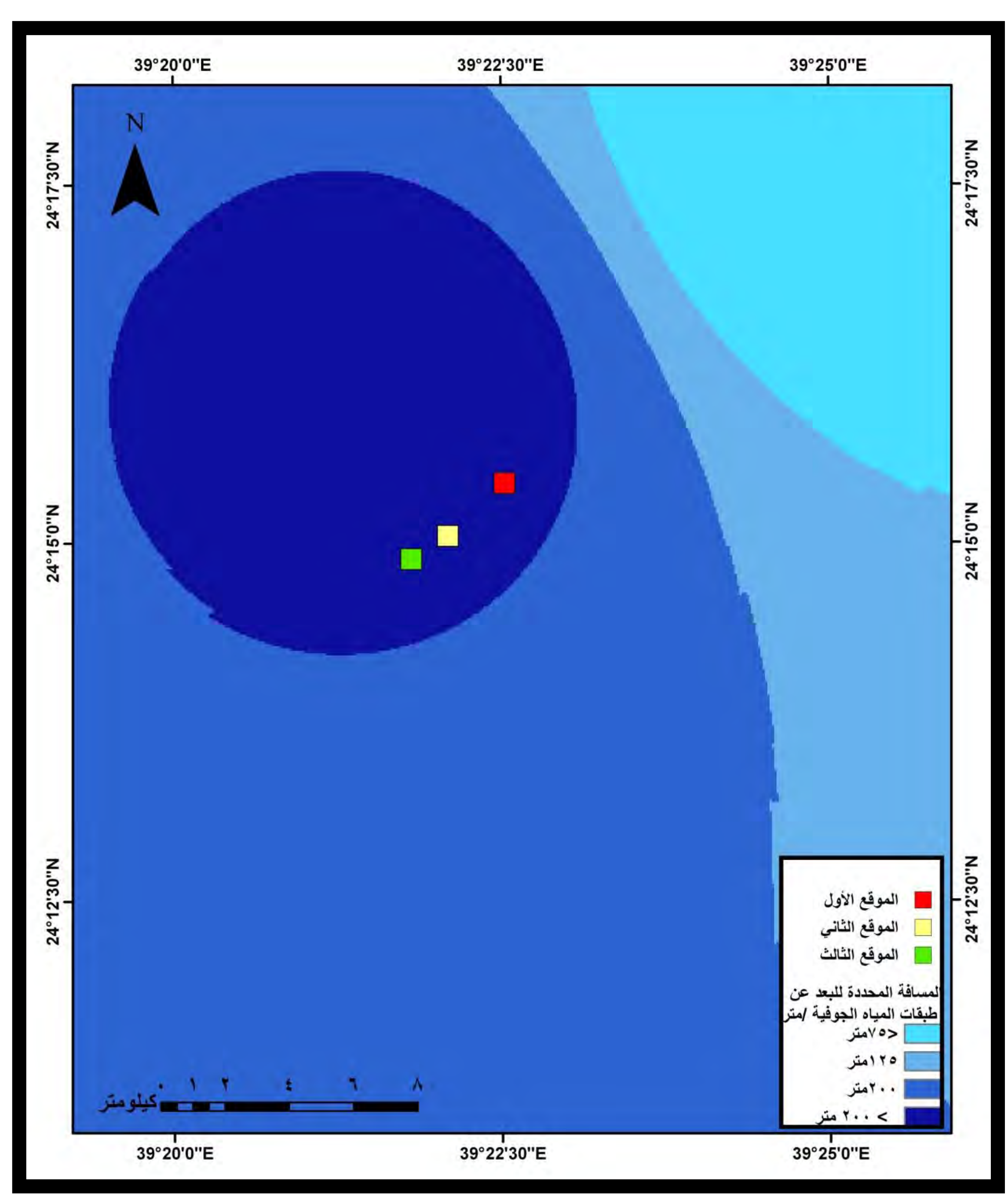
نموذج ثلاثي الأبعاد للموقع الثالث المقترح



المصدر : الباحثة

شكل رقم (٤٠)

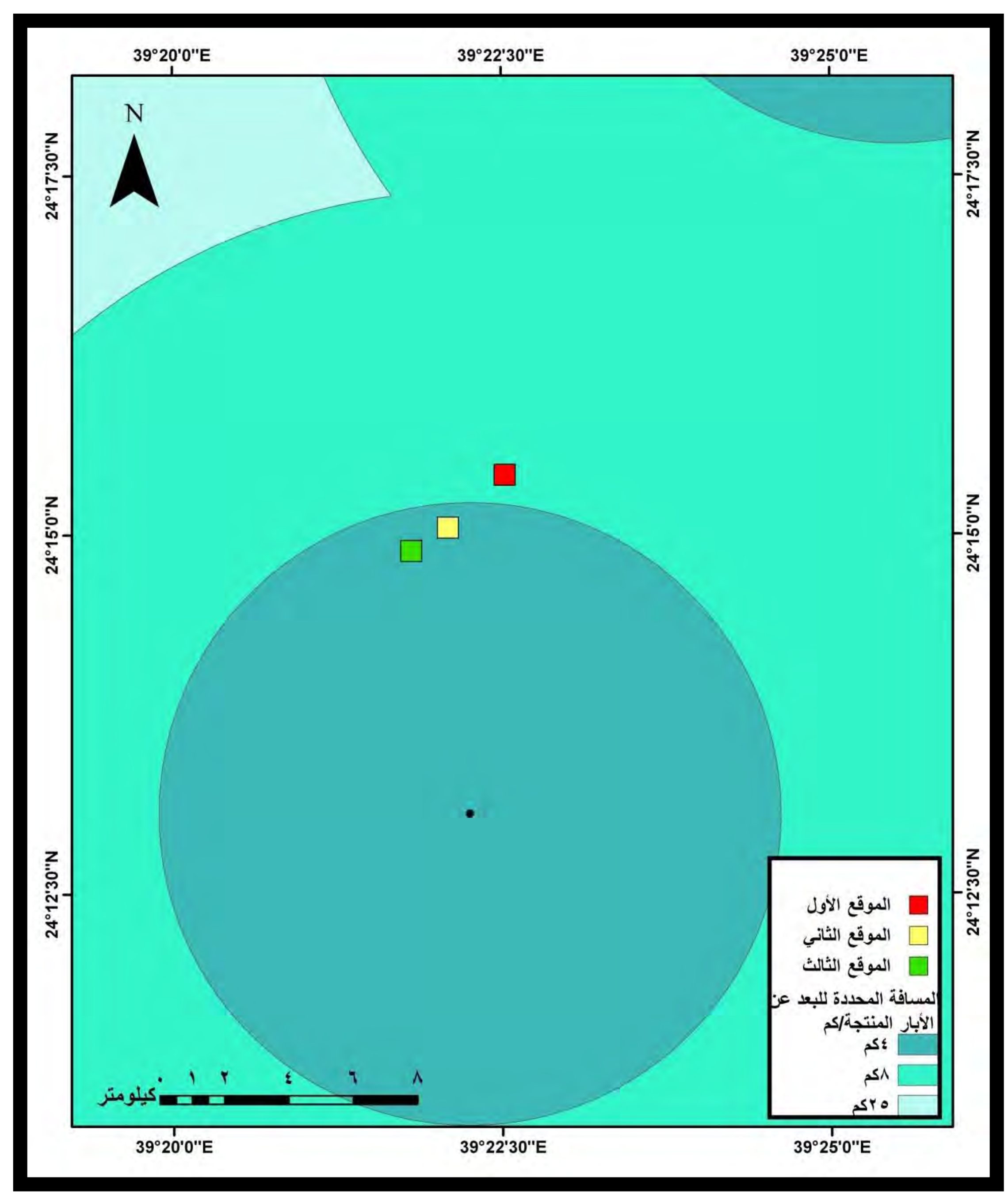
المواقع المقترحة بالنسبة لمستوى عمق المياه الجوفية



المصدر : الباحثة بناء بيانات وزارة المياه (الرياض،١٤٣١هـ)

شكل رقم (٤١)

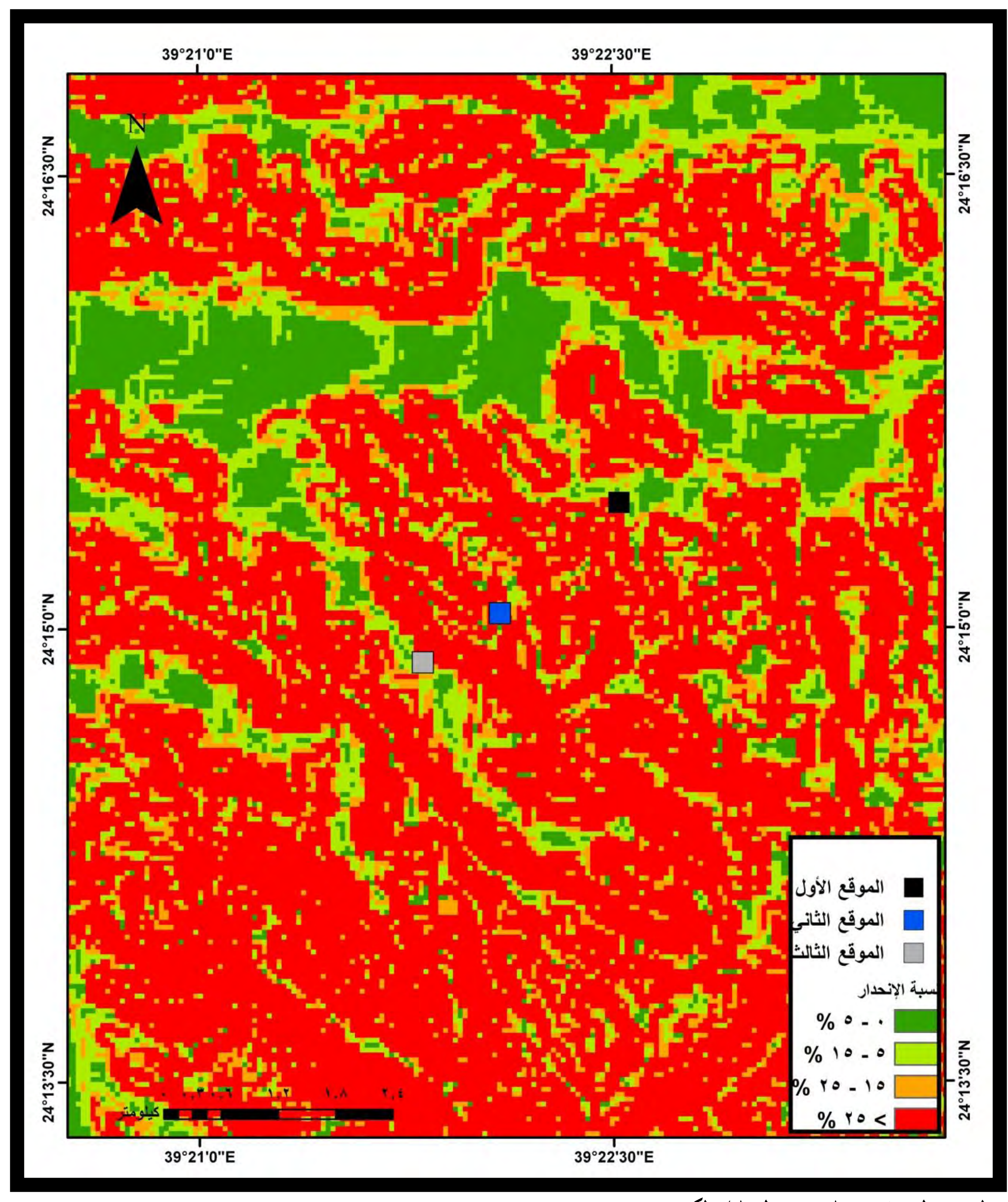
المواقع المقترحة بالنسبة للبعد عن الأبار المنتجة و المستغلة



المصدر : الباحثة بناء بيانات وزارة المياه (الرياض،١٤٣١هـ)

شكل رقم (٤٢)

النسبة المئوية لإنحدار المواقع المقترحة



المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

وصيانة المنحدر بالطريقة المثلى للحصول على الميل الصحيح للانحـــدار لتصـــريف الســـائل المرتشح، والقدرة على توجيه الصفوف الهوائية أو مصارف السائل المرتشح بشـــكل يســـهل مـــن تصريفه إلى مصرف التجميع بما يحد من تسرب الملوثات، إضافة لاستغلال ما يتم إزالته من التربة في عمليات التغطية اليومية والنهائية للنفايات عند استخدام طريقة الخلايا أو الحـــواجز لـــتخلص مـــن النفايات (**مجموعة البنك الدولي، ٢٠٠٧،ص٨-ص١٤**).

وبالنظر إلى الخارطة الجيولوجية للمواقع المقترحة (شكل رقم ٤٣) نجد أن الصخور البركانية القاعدية كالانديزيت و البازلت و البريشيا و الطف البركاني التي تعود لعصر ما قبـــل الكـــامبري تنتشر بشكل كبير على أرض الموقع الأول، كما توضح الخارطة مرور منطقة صدع في الموقع الثاني المقترح مما قد يؤدي من امكانية تسبب الحركات الأرضية المصاحبة إذا ما كان الصـــدع الموجـــود نشطاً من إتلاف نظام احتواء المدفن ومن ثم الإضرار بأدائه وبما حوله من مظاهر بيئية.

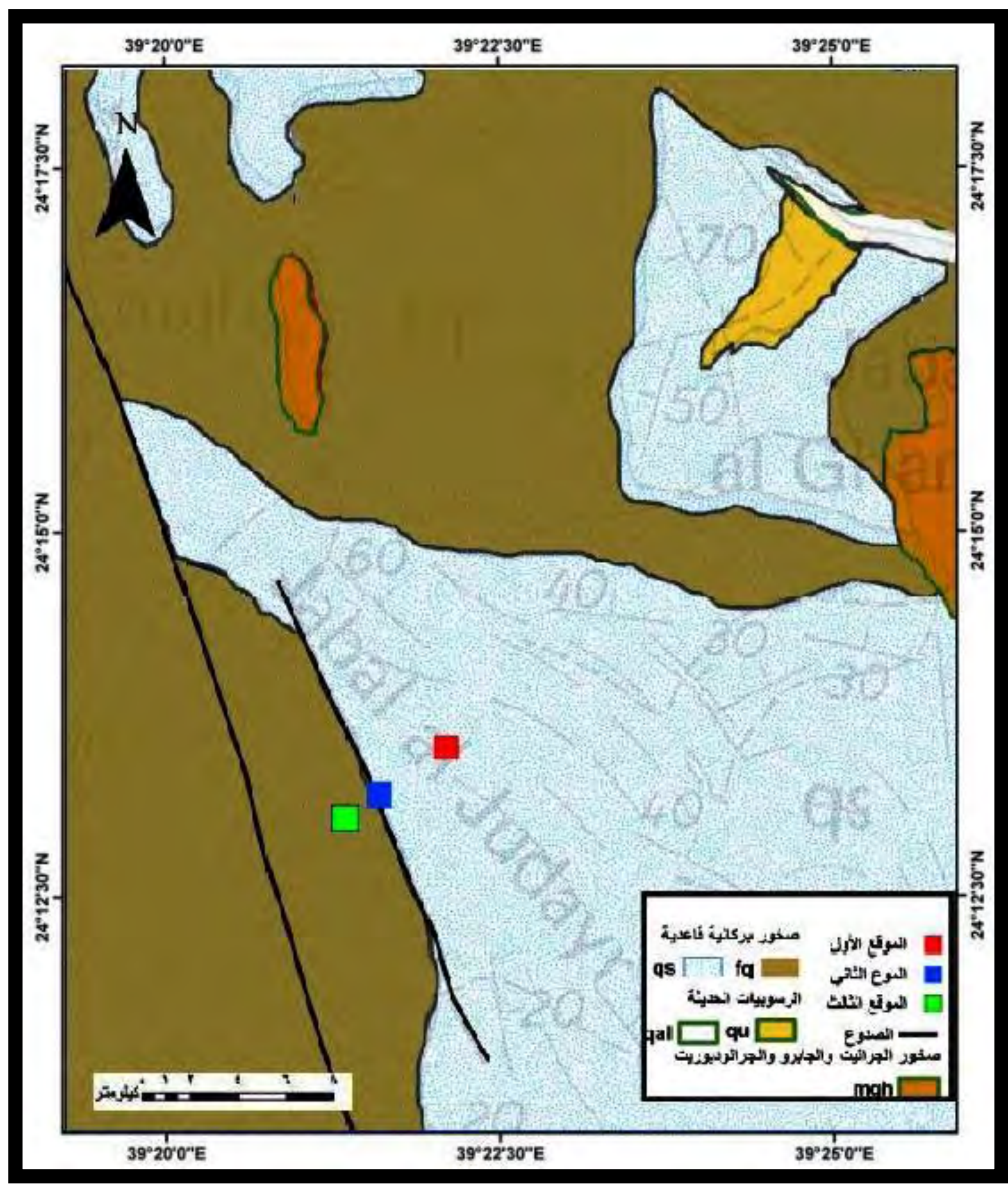
وترى اتفاقية بازل أن تعويض هذا القصور بالتصميم الهندسي عادة ما يكون مكلفاً، وعليـــه فإنه لابد من تكثيف الدراسات الجيولوجية لهذا الموقع و التأكد من احتمالية وجـــود أي تراكيـــب جيولوجية نشطة تعرضت للإزاحة خلال العصر الهولوسيني الحديث في محيط هذا الموقع المقترح لدفن النفايات الخطرة (**المركز الإقليمي ، ٢٠٠٥ ، ص ١٩**). و لا يختلف الموقـــع الثالـــث المقتـــرح جيولوجياً عن الموقعين السابقين حيث ترجع صخوره كذلك للعصر ما قبل الكـــامبري، فالقســـم العلوي يتألف من رصيص الكونجلوميرات ذي حبات شبه مستديرة ومـــن طبقـــات رقيقـــة مـــن الجريواكي ذو حبات متوسطة وناعمة إضافة إلى الحجر الرملي وحجر الغرين والقسم السفلي مـــن الأنديزيت و البازلت (**الهلال ، ١٤٢٧هـ،ص١٤١**).

ويشير الوصف الجيولوجي للمواقع الثلاثة المقترحة أن جميع صخورها ترجع لصخور القاعدة القديمة التي تتميز بإرتفاع درجة صلادتها وانعدام نفاذيتـــها وقلـــة مســـاميتها لمـــرور الســـوائل (**حسانين وآخرون ، ١٤٢٥هـ ، ص ٥٠**) ، لذلك فإن وجود هذه الصخور تحت ســـطح أي موقع لدفن النفايات يمثل مانعاً جيداً يحول دون وصول عصارة النفايات لطبقات الحاملـــة للميـــاه الجوفية.

و بالتالي فإن الاستكشاف الجيولوجي للمواقع المقترحة من ذوي الخبرة والإختصاص يعد وبلا شك أمراً مهماً وحيوياً لمعرفة ما إذا كانت جيولوجية الموقع توفر حماية طبيعية تحول دون حدوث تلوث للأراضي خارج حدود موقع الدفن الأمر الذي يمّكن المسؤولين من تحديد إمكانية استيعاب أي موقع مقترح لإقامة منشأة مستدامة ومؤثرة كمدفن النفايات الخطرة التي ينطوي على توضع موقعه إلتزام

شكل رقم (٤٣)

جيولوجية مواقع الدفن الصحي المقترحة



المصدر: الباحثة بناء على الخريطة الجيولوجية للمدينة الصادرة عن هيئة المساحة الجيولوجية و (الهلال،١٤٢٧هـ،ص١٤١)

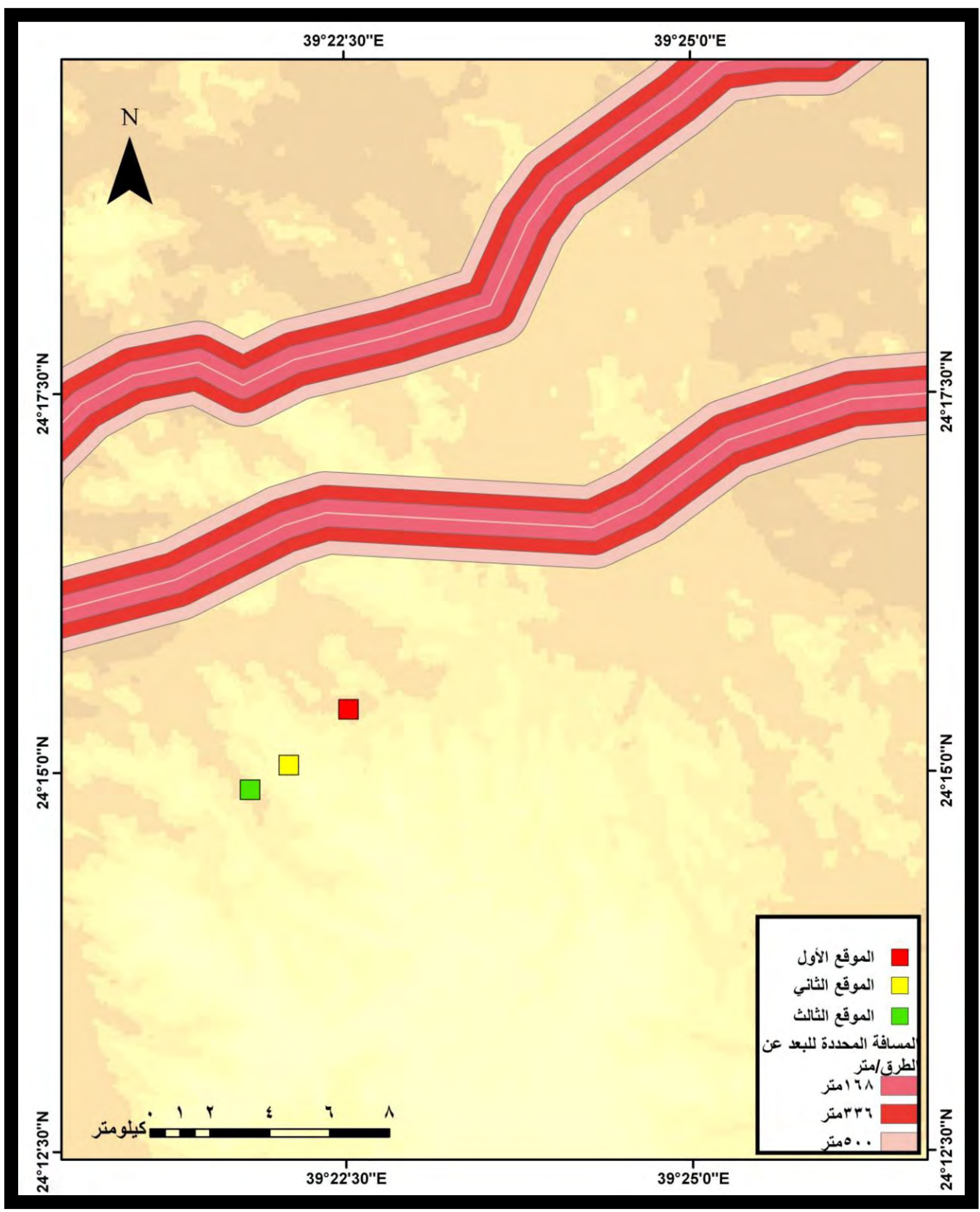
طويل المدى مما يجعل من الصعب تدارك الخطأ أو تعديله عند وقوعه دون تحمل نفقات باهظة وخسائر بشرية وطبيعية وبيئية.

ويتضح إجمالاً أن أهم المعايير التي حققتها المواقع الثلاثة المقترحة بدرجة عالية من المثالية والآمان هي معايير القبول الجماهيري فجميع المواقع ليست في اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق السكنية ، و المعايير الإقتصادية والإجتماعية ممثلة في البعد عن الطرق السريعة والبعد عن المناطق السكنية والمطار واستخدامات الأرض (شكل رقم ٤٤ وشكل رقم ٤٥) والبعد عن طبقات المياه الجوفية و عن مجاري الأودية الرئيسية والفرعية بالنسبة للإعتبارات البيئية (شكل رقم ٤٦) في حين تفاوت المواقع المقترحة في تحقيق البعد عن الأبار المنتجة والمستغلة إحدى الإعتبارات البيئية الهامة، و عن مركز توليد النفايات (شكل رقم ٤٧) كمعيار اقتصادي، وتوافقت في تحقيقها للمعايير الجيولوجية والجيمورفولوجية بدرجات ملاءمة تتراوح من منخفض الملاءمة لنفاذية التربة (شكل رقم ٤٨) إلى متوسط الملاءمة بالنسبة لنسبة الإنحدار .

كما يجب التنبيه إلى ضرورة أنه وقبل البدء في تطوير المواقع المقترحة للدفن الصحي ينبغي على الجهات المعنية بمنطقة الدراسة من القيام بعمليات تقييم الآثار البيئية المحتملة للمدفن الجديد بالتوازي مع الفحص المفصل للموقع للتعرف على مختلف الطرق التي يمكن لمدفن النفايات المقترح أن يؤثر بها على بيئته مستقبلياً، و ضمان إمكانية استبعاد أو الحد من الآثار السلبية التي يتم التعرف عليها و تعويضها بواسطة التصميم و العمل الهندسي الملائم. وفي هذا المجال ينصح بعض المختصين أن تسبق خطوات تقييم التأثير البيئية دراسة للحال الراهنة للموقع المقترح قبل التغيير أو ما يسمى بدراسة البيئة كما هي قبل التغيير ويطلق عليها **Environmental Inventory** لتقدم كإطار لقياس التغيرات البيئية المؤقتة والدائمة أثناء وبعد تشغيل المشروع. لذلك أصبحت دراسات التأثير البيئي معقدة ومن أجل ذلك تقوم مؤسسات متخصصة بعمل تلك الدراسات التي تعد من نشاطاتها الرئيسية ومن صميم اختصاصها. ونتيجة لذلك تعتبر اليوم دراسات التقييم البيئي أداة هامة لحماية البيئة الحضرية، وتكمن قيمتها الفعلية في حين عملها في مرحلة مبكرة جداً من مراحل المشروع، كما يمثل التقييم البيئي جزء لا يتجزأ من عمليات التخطيط الشاملة لمدافن النفايات حيث تسمح منهجيته بالتعامل في الوقت المناسب مع القضايا البيئية و اختيار أفضل الطرق والأساليب من حيث التكلفة خلال مراحل إعداد وتصميم المشروع

شكل رقم (٤٤)

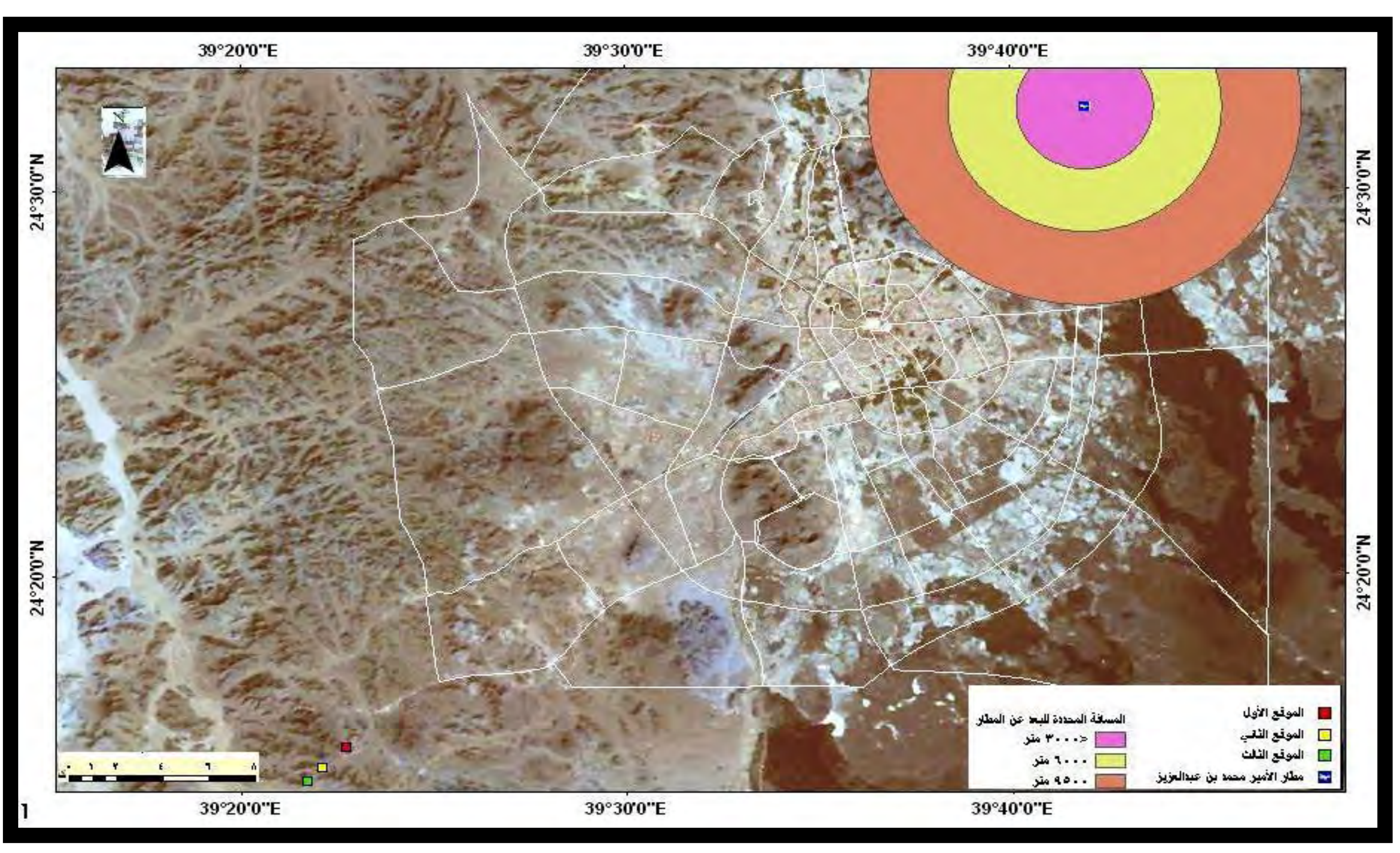
المواقع المقترحة بالنسبة للطرق السريعة



المصدر:الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

شكل رقم (٤٥)

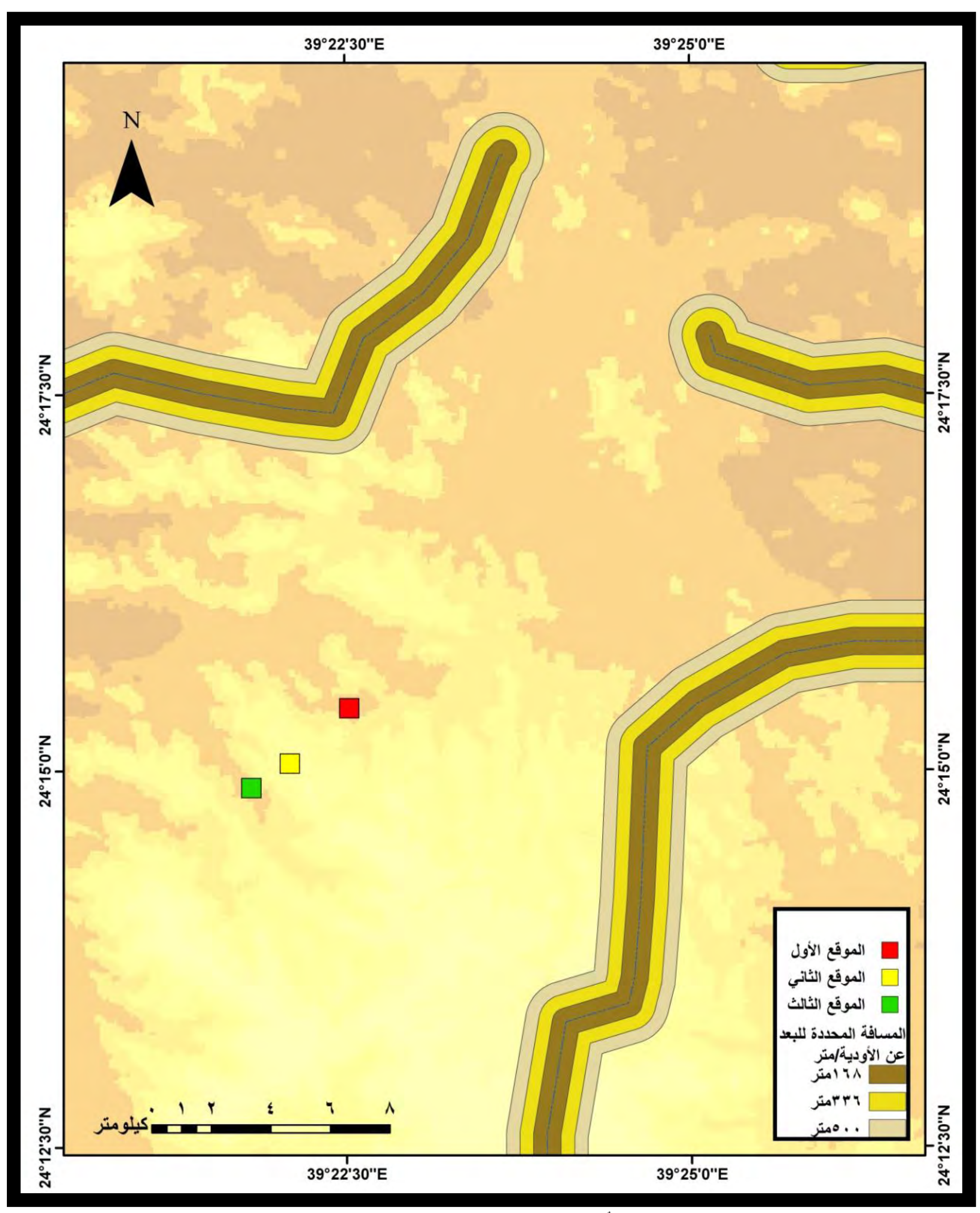
المواقع المقترحة بالنسبة لموقع مطار المدينة والمناطق السكنية



المصدر:الباحثة بناء على خريطة أحياء المدينة المنورة ومرئية لاندسات ٢٠٠٩

شكل رقم (٤٦)

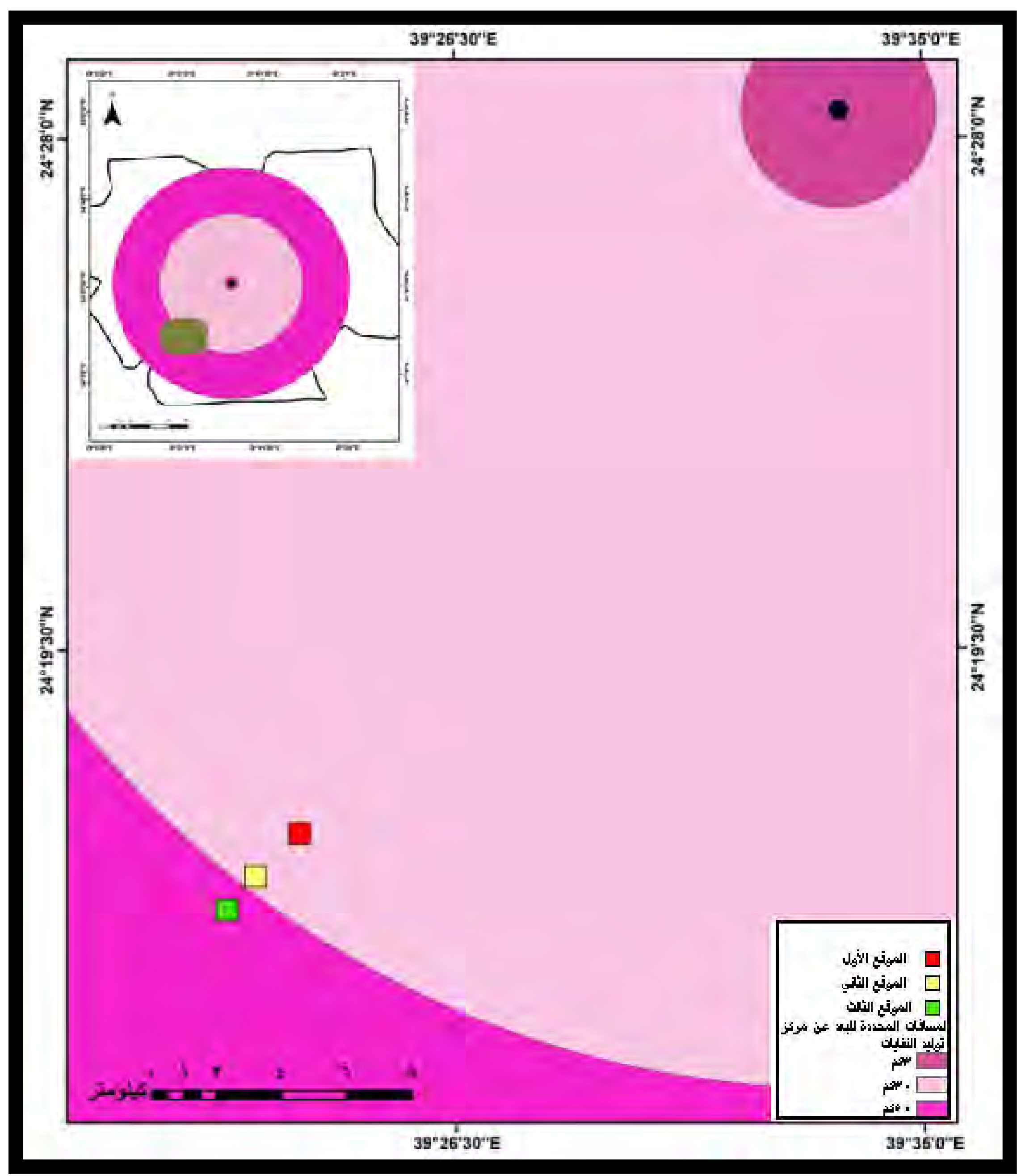
المواقع المقترحة بالنسبة لمجاري الأودية الرئيسية والفرعية



المصدر: الباحثة بناء على DEM وخريطة مسميات الأودية للمدينة المنورة (١٤٣٠هـ)

شكل رقم (٤٧)

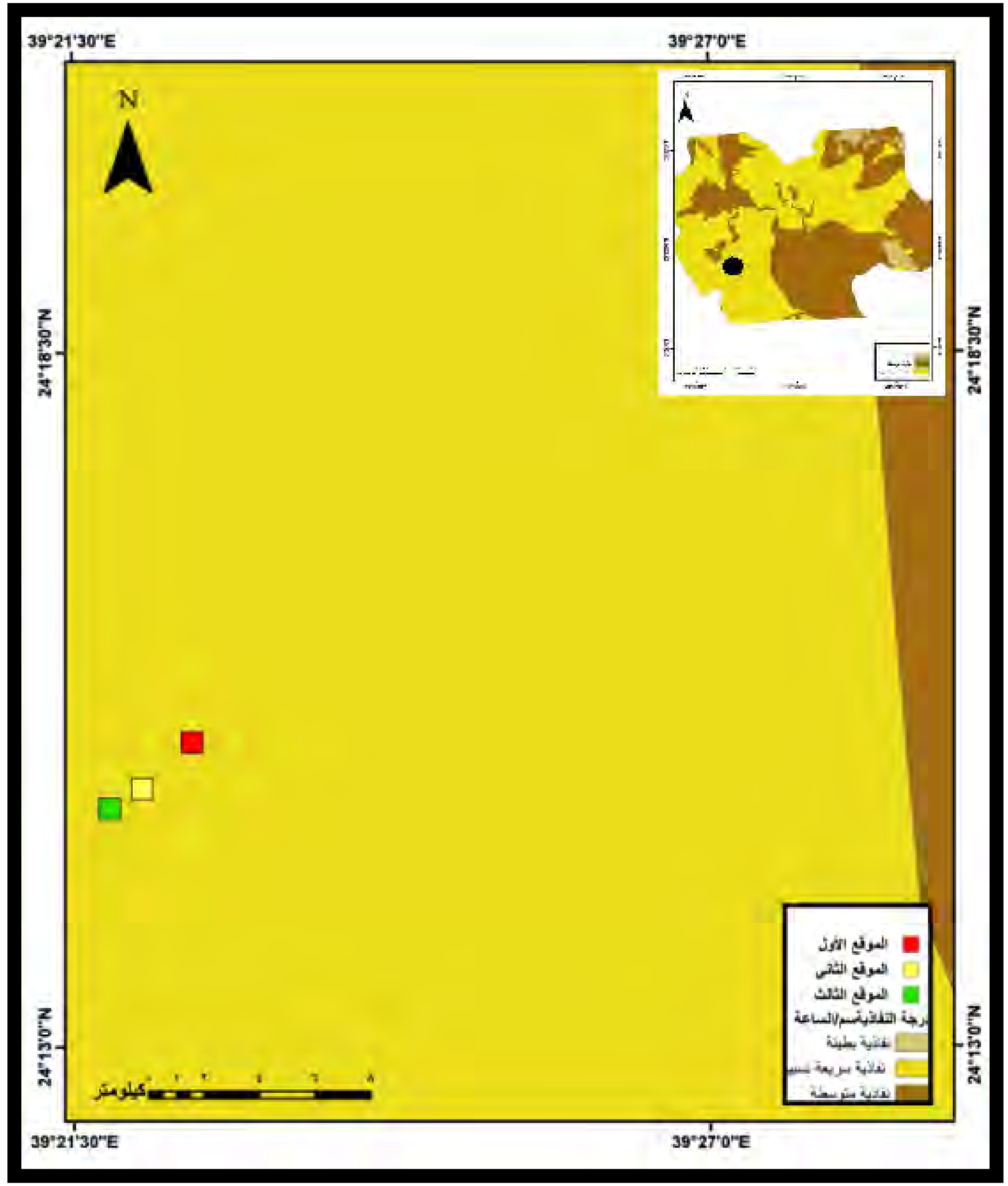
المواقع المقترحة بالنسبة لمركز توليد النفايات



المصدر: الباحثة بناء على نتائج التحليل المكاني

شكل رقم (٤٨)

المواقع المقترحة بالنسبة لنفاذية التربة



المصدر: الباحثة بناء على خرائط هيئة المساحة الجيولوجية

وتنفيذه على أرض الواقع، الأمر الذي يساهم بشكل فعّال في خفض التكاليف الكلية لمشـــاريع مدافن النفايات الخطرة وضمان استمرار تشغيلها والإستفادة منها لفترات طويلة الأمر الـــذي يجعلـــها مشروعات ذات جودة عالية تحوز على قبول ورضا المستفيدين و القائمين عليها من صـــناع القـــرار **)المقرن ، ٢٠٠٧م ، ص٣-ص٥(** .

و أخيراً حققت تقنية نظم المعلومات الجغرافية تطوراً كبيراً ترافق مع الحاجـــة المتزايـــدة والملحـــة للإدارة السليمة للنفايات بإستخدام هذه التقنيات الحاسوبية، فقد استطاعت الدراسة الحالية من اختبار هذه التقنية كنظام لدعم و صناعة القرار عبر استخدام العديد من طرق التحليل المكاني التي ساعدت في عملية اختيار عدد من المواقع المرشحة للتطوير كمدفن صحي للنفايات الخطرة، حيث تعد عملية الدفن من أفضل طرق التخلص من النفايات من الناحية الاقتصادية و البيئية. كما شكلت تقنية الإستشعار عن بعد تكاملاً تقنياً معاصراً مع برامج نظم المعلومات الجغرافية لدراسة متغيرات الدراسة الطبيعية و البشرية و نمذجتها وتوفير قاعدة معلومات واسعة وجيدة لمنطقة الدراسة من الممكن تحديثها و الإستعانة بهـــا في دراسات جغرافية أخرى.

الفصل الخامس :النـتائج والتـوصيـات

أولاً : النـتـائج

ثانـياً : التوصيات

٥_١: النـــــــتائــــج

سعت هذه الدراسة إلى اقتراح عدد من المواقع تكون مناسبة للدفن الآمن و الصحي للنفايات الخطرة في المدينة المنورة، ذلك أن دفن النفايات يعد الحلقة الأخيرة في سلسلة مراحل إدارة النفايات.وفي منطقـــة الدراسة، تنقل النفايات على اختلاف أنواعها ومكوناتها، بوسائل النقل المختلفة إلى المردم العام علـــى طريق ينبع السريع حيث تعالج بعملية الدفن تحت سطح الأرض أو في برك سطحية بدائية غـــير مبطنـــة بطبقة عازلة بالنسبة للنفايات الصناعية السائلة، بإستثناء النفايات الطبية التي تشـــرف عليهـــا شـــركة متخصصة ممثلة في شركة سبكو. وأدى استمرار التعامل التقليدي مع النفايات مـــن خـــلال نقلـــها و تجميعها في مكبات مكشوفة ومعالجتها بوسائل التخلص غير السليم، وتفاعل العديد من الأخطاء الموقعية للمردم الحالي إلى حدوث أضرار بيئية وصحية تمثلت في نفاد عصارة النفايات عـــبر مســـامات التربـــة وتلويث المياه الجوفية السطحية إضافة إلى التسبب في أمراض الحساسية و الربو و العديد من الأمـــراض المزمنة لدى السكان القريبين من المرمى وخاصة حي حمراء الأسد حيث لم يتجاوز بعد المـــردم العـــام (٢٥٠متر) عن مناطق تجمعاتهم السكنية مما دفعهم للمطالبة رسمياً بإغلاق المردم بعدما تأكدت لديهم مقدار الأضرار الصحية والبيئة من مجاورة المدفن. خاصة و أنه من المؤكد علمياً أنه خلال الســـنة الأولى فقط من الدفن تتعرض النفايات للعديد من التغيرات الكيمائية و الفيزيائية و الحيوية، وتعد التفـــاعلات الحيوية التي تقوم بها الكائنات الدقيقة من أهم التفاعلات إذ ينتج عنها غازات عديدة كالميثان و ثـــاني أكسيد الكربون، ويكمن الخطر عندما يتحرك غاز الميثان ويصل إلى المناطق المجاورة ليخـــتلط بـــالهواء مشكلاً غاز قابل للإنفجار إضافة لما قد ينتج عن اختلاط النفايات من عصارة ضارة تهدد مكامن المياه الجوفية إذا ما تسربت إلى باطن الأرض، وبناء على التحليل السابق توصلت الدراسة إلى النتائج التالية :

١) لا توجد إدارة جيدة للنفايات الخطرة وخاصة الصناعية منها و الناتجة عن منطقة الدراسة، حيـــث تُمارس أنشطة صناعية مختلفة في المدينة المنورة من الصناعات الغذائية و صناعة دباغـــة الجلـــود و الصباغة والنسيج وبعض الصناعات الكيمائية وغيرها وتعد الثلاث الأخيرة أخطر مصدر للتلـــوث حيث تحتوي على العديد من المواد السامة التي تصنف عالمياً كنفايات خطـــرة إلا أن إدارة مـــردم النفايات الحالي ترى أن المدينة المنورة لا تنتج أي نفايات خطرة، لذلك تفتح أبواب المردم لمخلفات هذه المصانع.

٢) استطاعت الدراسة اقتراح عدد من المواقع الجديدة لدفن النفايات الخطرة بالمدينة المنورة بأخذ العديد من العوامل الجيمورفولوجية والجيولوجية والإجتماعية والإقتصادية والبيئية ومعايير القبول الجماهيري بعين الإعتبار و معالجة جميع تلك المعايير و ربطها و تحليلها بطرق تقنية متقدمة ممثلة في نظم المعلومات الجغرافية و تحليل المرئيات الفضائية، مما يدلل على القدرة العالية لهذه التقنيات و إزالة الصعوبة والتعقيد التي لازمت الدراسات الجغرافية المتعلقة بعملية اختيار المواقع المثلى لدفن النفايات لفترات طويلة .

٣) قدمت الدراسة الحالية أنموذجاً كارتوغرافياً يستند على بعض النماذج الرياضية في معالجة المعلومات الخرائطية الشبكية، وقد صُمم النموذج بناء على معايير اتفاقية بازل الدولية بشأن مواقع دفن النفايات الخطرة، وقد لجأت الدراسة إلى معايير بازل دون غيرها لعضوية المملكة العربية السعودية بها منذ (١٩٩٠م) إضافة لقصور معايير وزارة الشئون البلدية والقروية والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بشأن النفايات الخطرة، حيث اقتصرت أدلتها الإرشادية على وضع القواعد و التعميمات لحماية البيئة دون التطرق للمواصفات الموقعية الكمية لأرض الدفن الآمن لهذه النفايات وحتى ما ذُكر في أدلة البلديات لا تتعدى كونها اشتراطات موقعية لردم النفايات المترلية البلدية التي لا يمكن بطبيعة الحال تنفيذها عند اختيار موقع لدفن النفايات الخطرة بعكس معايير بازل التي وُضعت بحيث يمكن اختيار موقع دفن النفايات الخطرة و البلدية في آن واحد.

٤) تمكنت الدراسة من اختبار صحة نموذج الملاءمة الكارتوغرافي الذي استطاع تأكيد فرضية الدراسة حول قدرة مكونات النظام وإمكاناته المتقدمة في إيجاد مواقع بديلة ومناسبة للدفن الآمن للنفايات، بشكل مكن الباحثة من الإجابة على التساؤل المطروح عن مواقع الأماكن الملائمة لدفن الصحي بإحداثيات خرائطية ذات مرجعية جغرافية صحيحة وبمواصفات عالمية.

٥) تحديد درجة الملاءمة الموقعية للمردم الحالي حيث تبين أنه ذو ملاءمة منخفضة فهو لم يحقق الدرجة الموقعية المثالية إلا في البعد عن منشأة المطار حسب مسافات بازل، حيث أُنشئ قبل أربعاً وعشرين سنة في ظل غياب التخطيط السليم و عمليات التنبؤ بالتوسع العمراني و السكاني للمنطقة فمن منطقة شبه خالية من السكان إلى منطقة مخططات سكنية حالية و مستقبلية.

٦) تقسيم منطقة الدراسة البالغ مساحتها ١١٧٩٠،١١ كم٢ إلى خمس مناطق وفقاً لمدى ملائمتها لعمليات الدفن الصحي بشكل يعكس ظروف وطبيعة أرض المدينة المنورة ويتيح معرفة توافر الأراضي لإنشاء وإقامة مدافن جديدة للسنوات القادمة، حيث توصلت الدراسة إلى غلبة الأماكن ذات الملاءمة المتوسطة بنسبة تصل إلى ٤٣% من إجمالي مساحة المنطقة، وهي بصفة عامة مناطق متنوعة جيمومورفولوجياً تخترقها مجاري السيول الرئيسية والفرعية، و تغطيها في معظم جهاتها الحرات البركانية، و بلغت نسبة المساحات الملائمة ١٦% في حين لم تتجاوز المواقع المثلى لمنشأة الدفن الصحي ٢% من مساحة المدينة لمنورة. ويعد ذلك من أهم ما كشفت عنه الدراسة الحالية، و تفردت به عن مثيلاتها من الدراسات والأبحاث السابقة عن المدينة المنورة.

٧) تمكنت الدراسة بإستخدام آلية قياس التوزيع الإتجاهي المتوافرة في نظم المعلومات الجغرافية من تحديد أبعاد الشكل البيضاوي لإنتشار مواقع الدفن الملائمة والمثالية وتحديد أكثر جهات المدينة المنورة تحقيقاً لمعايير بازل الدولية مقارنة بالجهات الأخرى، فقد جاءت طبيعة اتجاه هذه المواقع بإتجاه أقصى الجنوب الغربي للمدينة المنورة وهي بصفة عامة تخلو تقريباً من أي تواجد للحرات البركانية وتقل بها آبار المياه المنتجة والمستغلة لأغراض الشرب والزراعة، إضافة لابتعادها عن المناطق السكنية القائمة أو قيد التخطيط بمسافات مناسبة لحماية السكان و النواحي البيئية.

٨) تمكن النموذج من فحص المواقع الملائمة والمثلى لعمليات الدفن بعناية، وترشيح ثلاثة مواقع من الممكن اقتراحها كمواقع مثلى لدفن نفايات المدينة المنورة الخطرة، و بمنتهى الدقة فإن الموقع الأول حسب مجموع درجات الملاءمة (٦٣) درجة أي مايعادل ٨٢% هو أفضل المواقع و أمثلها لإقامة منشأة الدفن يليه مباشرة الموقع الثاني (٦١) درجة بنسبة ٧٩% ثم الموقع الثالث (٥٩) درجة بنسبة ٧٦% وفق مجموع الدرجات التي يحققها كل موقع بناء على مسافات بازل المتفاوتة. و بإستخدام التكامل التقني بين نظم المعلومات الجغرافية وتحليل المرئيات الفضائية استطاعت الباحثة تحديد هذه المواقع و اختبارها رقمياً من حيث حساب مساحاتها و دراسة ما يجاورها وبيان حدودها.

٩) استطاعت الدراسة أن تُخرج المواقع المثلى لدفن النفايات في صورة خرائط ترسم المدينة المنورة بصورة رقمية تُسهل من عملية التعديل، و تُمكّن من استيعاب أي إضافات أو تغيرات طارئة على البيانات أو منطقة الدراسة.

١٠) أن أصعب المعايير تحقيقاً في منطقة الدراسة و فق اشتراطات بازل هي الإعتبارات الجيولوجية خاصة ما يتعلق بنفاذية التربة التي لم يحقق أي من المواقع المقترحة الدرجة المثالية نتيجة لمحدودية التربات بطيئة النفاذية التي لم تتخطى نسبة ٣% من مساحة المدينة و ما تواجدت به من مناطق لم يحقق أدنى درجات الملاءمة الموقعية بالنسبة للإجراءات بازل الأخرى، مما يجعل التصميم الهندسي عمل لابد منه عند تشغيل هذه المواقع و توفير درجة عالية من العازل الصناعي تعويضاً لقصور العازل الطبيعي. في حين حققت هذه المواقع درجات عالية في المثالية الموقعية بالنسبة للمعايير الاقتصادية والاجتماعية بإستثناء البعد عن مصدر توليد النفايات الذي لم يتجاوز في جميع المواقع درجة المقبول، إلا أن الباحثة ترى إمكانية الرضا بهذه الدرجة، و تجاوز العائد المادي في سبيل تحقيق معايير أكثر أهمية وتأثيراً، خاصة و أن تكلفة استعادة صحة البشر و البيئة إلى حالتها الأصلية سوف تكون مرتفعة جداً و يمكن أن تستغرق سنوات كثيرة لكي تكتمل إذا ما تم تشغيل منشأة الدفن بمسافة مثالية أقل من ٣كيلومتر حسب اشتراطات بازل وهي مسافة قريبة جداً من النطاق السكني حيث لم تتوافر أي منطقة ملائمة خالية من العمران ومرافق خدمة الإنسان عند هذه المسافات في المدينة المنورة.

١١) نتج عن الدراسة إنشاء قاعدة بيانات جيدة للمدينة المنورة ذات متغيرات طبيعية و بشرية يمكن الإستفادة منها في دراسات جغرافية أخرى.

٥_٢: التـــــوصيـــــات

أظهرت الدراسة مجموعة من الثغرات البيئية في مجال إدارة النفايات الخطرة في المدينة المنورة، و خلصت إلى مجموعة من التوصيات على ضوء ما خرجت به من نتائج من شأنها أن تساهم في حل جانب من المشكلة البيئية وهي كما يلي:

١) ضرورة تفعيل نظم المعلومات الجغرافية التي شاع استخدامها منذ العقد الماضي كوسيلة وتقنية يمكنها المساهمة بشكل فعال في إنجاز الإدارة السليمة بيئياً للنفايات بكافة أنواعها و صفاتها مما يؤدي إلى تحسين الصحة وحماية البيئة.

٢) ينبغي على أمانة المدينة المنورة و المسؤولين بالمدينة بذل المزيد من الجهود لإزالة المخلفات ومرافق النفايات المسببة للتلوث وإعادة النظر في درجة خطورة الصرف الصناعي.

٣) تقترح الدراسة بعد تأكيدها لما جاء في الدراسات السابقة من عدم التزام موقع المردم الحالي بالمقاييس و الإشتراطات البيئية المحلية و العالمية من ضرورة البحث عن موقع بديل بعد قفل المردم العام بالطريقة البيئية السليمة والصحيحة التي لا تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على الإنسان و الهواء و المياه أو الأرض و بما يكفل منع كشف النفايات وتقليل فرصة تسرب مياه الأمطار إلى النفايات المدفونة فيه، و تحديد الغرض من استخدامه بعد إتمام عملية القفل ،كما يجب تحديد مكونات الغطاء النهائي لإغلاق المردم الحالي بما يتوافق مع استخدام ما بعد الإغلاق و الأحوال المناخية في منطقة الدراسة.

٤) ضرورة فرض الرقابة الحكومية من قبل الجهات المعنية على المنشآت الصناعية للتأكد من إلتزام المصانع بشروط السلامة البيئية ووحدات معالجات النفايات الخطرة ومعالجة المياه العادمة الصناعية التي تكون في العادة شديدة التلويث للتقليل قدر الإمكان من خطورتها قبل التخلص منها في منشأة الدفن، وتزويدها بالخبرات الفنية اللازمة لضمان عملية التشغيل الجيد التي يجب أن تكون شرطاً رئيسياً تفرضه وزارة الصناعة والجهات الموكلة بحماية البيئة على المصانع قبل بنائها و تشغيلها و متابعتها من قبل الجهات المختصة. وإلزام المرافق الصناعية بتقديم تقارير سنوية عن مخلفاتها و الطرق المتبعة في التخلص منها، مما يساعد على توفير بيانات حديثة عن النفايات الصناعية ومتابعة أساليب معالجتها و التخلص النهائي منها.

٥) توصي الدراسة بأن تحاول الجهات المسئولة وضع وتطوير التشريعات الوطنية بما يحقــق وضـــوح المسؤولية لكل جهة و دورها في عملية التخلص السليم من النفايات، و تبني تعريف قانوني واضح للنفايات الخطرة **Dangerous** بشكل يُمكّن القائمين على الإدارة السليمة للنفايات من تطــوير أدلتها الإرشادية بخصوص النفايات، و تحديد الدرجة التي تصبح عندها النفايات نفايات خطــرة تحتاج لمدفن خاص ومعاملة خاصة، مما يساعد في عدم إفلات العديد من النفايات الخطرة من مقص الرقابة البيئية، و يساعد المسؤولين على تقدير حجم النفايات الصناعية الخطرة المتولدة بما يمكن من توفير قاعدة معلومات محلية و وطنية تعطي تصوراً دقيقاً عن وضع إدارة النفايات الخطرة، وهو ما افتقرت إليه منطقة الدراسة حيث جمعت نفايات المصانع باختلاف درجات الخطورة تحت تصنيف نفايات بلدية، و انتهى بها المطاف إلى المدافن البلدية و عُملت معاملتــها مـــن حيـــث أســـاليب التخلص.

٦) تشجيع المصانع على ضرورة خفض ما يتولد من عمليات التصنيع و الإنتاج من النفايات الخطرة و محاولة إعادة استخدام ما يمكن استخدامه في أوجه صناعية أخرى في سبيل الحد مـــن ظهـــور النفايات الصناعية كملوثات خطيرة على البيئة. خاصة و أن الزيادة في كمية النفايات يصـــاحبها ازدياد في المخاطر التي تشكلها على الموارد الطبيعية والاقتصادية والظـــروف المعيشـــية والصـــحة الإنسانية مما يهدد تحقيق الأهداف الإنمائية للحكومات الوطنية و المحلية على الســـواء، و يربـــك المؤسسات البلدية في تنفيذ مساعيها الرامية إلى ضمان الإدارة الفعالة و المستدامة للنفايات.

٧) ينبغي على ذوي الاختصاص و أهل الخبرة في هذا المجال نقل الخبرات العلميـــة و التكنولوجيـــة المتطورة و الأساليب الحديثة في معالجة النفايات الخطرة مثـــل عمليـــات التكنولوجيـــا الحيويـــة **Bio Technology** و استغلال الكائنات الدقيقة التي تقوم بعمليات التحليل الحيوي للنفايـــات الخطرة بمواقع تولدها إضافة لأسلوب التدمير بالقوس البلازمي الذي يقضي على النفايات الســـامة العضوية قضاء كاملاً، باستخدام تيار قوي من الكهرباء بين قطبين كهربائيين لتسخين الهـــواء في درجات حرارة عالية جداً تصل إلى ٦٠٠٠درجة مئوية داخل جهاز خاص وتوليد تيـــار شـــديد يطلق عليه الومض البلازمي، وبواسطة هذه الطريقة يمكن التقليل من حجـــم النفايـــات بالنســـبة تتراوح من٩٥% إلى ٩٨% (**www.hawkinsindustries.com**) وهي و إن كانت مـــن

الأساليب المكلفة اقتصادياً إلا أن سياسية المملكة العربية السعودية المتجه بقوة نحو الإصحاح البيئي من الممكن أن تتبني تجربة هذه الأساليب خاصة في ظل محدودية الأراضي المثالية للدفن الأرضـــي الآمن، وهذا لا يتنافى بطبيعة الحال مع أفضلية خيار الدفن الصحي اقتصادياً وبيئياً في كثير من دول العالم لكونه يعد وسيلة للتخلص النهائي من النفايات بعكس العمليات الأخرى كعمليات الحـــرق والتسميد التي تمثل وسائل لتقليل حجم النفايات ينتج عنها نفايات تحتاج هي الأخرى للمعالجـــة والتخلص منها نهائياً في مدفن صحي آمن.

٨) توصي الباحثة الجهات المسؤولة عن إدارة النفايات الخطرة في المدينة المنورة بـــالنظر إلى مجموعـــة المواقع المثلى المقترحة و ترجيح أحد هذه المواقع بعد المعاينة الحقلية على الطبيعة و استيفاء متطلبات و إجراءات تقييم الأثر البيئي.

٩) نظراً لأن صلاحية الموقع تتغير من وقت لأخركما يصعب اختيار الموقع الذي يعتبر صالحاً بصـــفة دائمة قدر الإمكان من الضروري على الجهات المسئولة إجراء الدراسات الوافية الشاملة والدقيقـــة وتناول الماضي والحاضر والمستقبل للمنطقة ولكل العوامل المؤثرة في قرار اختيار مدفن النفايـــات والتنبؤ بمستقبل المناطق المجاورة للمواقع المقترحة خلال فترات زمنية طويلة قادمة. تجنباً لما قد ينتج عن الإختيار الخاطئ من تكاليف شراء الأراضي و الآلات و إقامة المشروع.

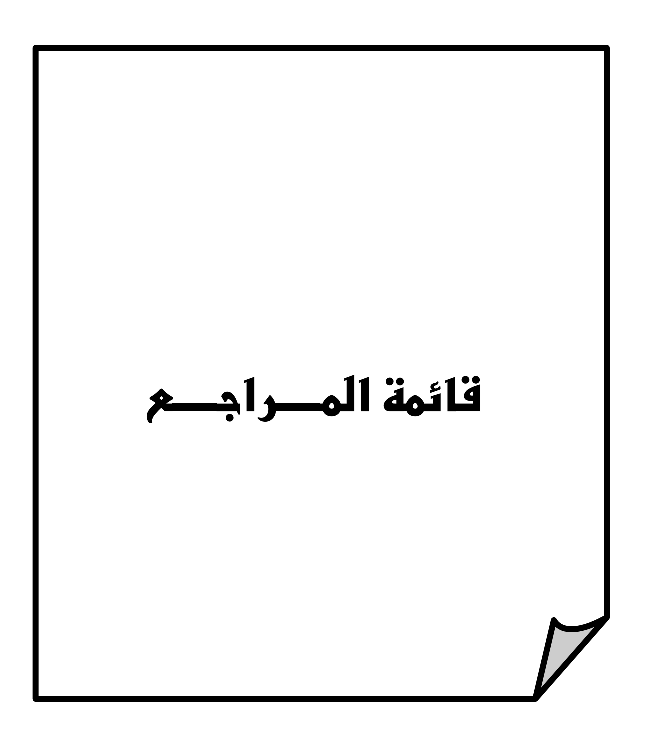
١٠) ضرورة التنسيق بين الوزارات و الجهات المسئولة للمحافظة على المناطق الصالحة لدفن النفايات كما اقترحتها الدراسة بناء على معايير بازل، لندرة تلك المواقع وحمايتها بقـــدر الإمكـــان مـــن عمليات التطوير السكني وإعطاء المنح ومنع أي محاولة للسكن العشوائي في محيطها درءً لأي مخاطر متوقعة ستؤثر سلباً على سلامة السكان و أخذاً بعين الاعتبار الدروس المستفادة من مشكلة المردم الحالي.

١١) توفير برامج التوعية والتثقيف والتدريب ونشر المعرفة المتصلة بإنتشار التلوث البيئي و المخـــاطر الصحية المقترنة بذلك و تعين أثارها البيئية المحتملة والناشـــئة عـــن تعـــرض الســـكان و الـــنظم الأيكولوجية للنفايات الخطرة .

١٢) تخصيص المزيد من الأبحاث لتحديد الآثار الناجمة عن التعرض للنفايـــات عامـــة و النفايـــات الخطرة بصفة خاصة سواء من حيث الصحة البشرية و البيئية و الموارد الطبيعيـــة، و أن تتعـــدى

الدراسات الجغرافية للنفايات حدود دراسة الخصائص السكانية الإقتصادية و الإجتماعية لتقـــدير حجم النفايات فقط بل ينبغي عليها تفعيل التقنيات الجغرافية الحديثة لتناول مثل هـــذا الموضــــوع الحيوي، مثل محاولة متابعة التغير الحاصل في موقع النفايات الحالي بالمدينة المنورة لإمكانيتها العالية في إجراء المسح الدوري و الرصد المعلوماتي المستمر مما يساهم في تحديد بعض المشاكل البيئة الآنية و المتوقعة في المدينة ، إضافة لإستكمال موضوع النفايات في المدينة المنورة بدراسة توزيع حاويات الجمع على أجزاء المنطقة و تحديد أحجامها و كذلك تحديد أفضل مسارات الجمع والنقـــل ممـــا يساهم في عمليات التنبؤ بالإحتياجات المستقبلية، والتقدير الدقيق للعمر الإفتراضي لمردم النفايات. كما توصي الدراسة بضرورة الكشف عن الخصائص الصحية لسكان منطقة حمراء الأسد والتوزيع المكاني لبعض الأمراض كتشوهات الأجنة والأمراض السرطانية التي يرى سكان الحي أنها تنتشــــر بشكل كبير بين ذويهم و الإجابة عن مدى تأثير مجاورتهم لمدفن النفايات على تركز هذه الأمراض في هذا الحي دون غيره .

و أخيراً و مما لا شك فيه أن التشريعات البيئية تنعكس إيجابياً على الإنسان و موارده الطبيعية إذا ما أحسن استخدامها وتطبيقها، و الإلتزام بها على كآفة المستويات سواء صـــانعي القـــرار أو معدوه أو منفذوه. و تبرز اتفاقية بازل كأشمل اتفاق بيئي ملزم لجميع الدول التي تعد طرفاً في هذه المعاهدة الدولية، والتي بتركيزها على منهج التدابير الوقائية بدلاً من التدابير العلاجية يعد مســـاهمة إيجابية في تحقيق التنمية المستدامة والحد من المشاكل البيئية و التكاليف الإقتصادية المرتبطة بالتخلص من النفايات عامة و النفايات الخطرة بصفة خاصة. وقد قدمت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و الإستشعار عن بعد للباحث الجغرافي دعماً قوياً في تطبيق الإشتراطات البيئة لمثل هذه الإتفاقيـــات وخاصة ما يتعلق بإختيار منشآت حيوية كمدفن للنفايات الخطرة وذلك لقدرتهما علـــى تحليـــل العناصر الطبيعية و البشرية المحيطة بأرض الدفن و دراسة الأسباب والنتائج الناجمة عن الـــتغيرات والتطورات ونمذجتها من أجل فهم و إدراة هذه العناصر لصــــالح الإنســـان ومــــوارده الطبيعيـــة والبشرية. وتأمل الباحثة أن تكون هذه الدراسة نواة جديدة أو صفحات ملهمة لدراسات أخرى في مجال دراسة مواقع دفن النفايات الخطرة بإستخدام التكامل التقني بين نظم المعلومات الجغرافيـــة والإستشعار عن بعد، و طريقاً جديداً تسلكه يد البحث الجغرافي لتفعيل الاتفاقيات الدولية البيئة مما يخفف الضغوط على الجهات البلدية المسئولة ويقدم مقترحات قوية قادرة على التـــأثير في عمليـــة اتخاذ القرارات البيئية.


قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية:

أ_ الكتب و الأبحاث والرسائل العلمية:

١. الأحيدب ، إبراهيم سليمان (١٤٢٤هـ) ، **الإنسان و البيئة مشكلات وحلول** ، بدون ناشر ، الرياض.

٢. إلياس ، أنور مصطفى (١٤١٨هـ)، **الدور الاقليمي في تنظيم التنمية الحضرية تجربة منطقة إقليم المدينة المنورة** ، وزارة الشئون البلدية والقروية ، أمانة المدينة المنورة .

٣. الباجوري ، إسماعيل حمدي (٢٠٠٤م) ، مصادر تلوث البيئة الصحراوية في المنطقة العربية و أثرها على التنمية المستدامة ، **المؤتمر الدولي للموارد المائية والبيئية الجافة** ، جامعة الملك سعود بتاريخ (٢٢_٢٥/١٠/١٤٢٥هـ) ، الرياض .

٤. البقمي ، سارة عايض (١٤٢٩هـ) ، **تقييم موقع حفيرة لردم النفايات الخطرة بمملكة البحرين باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ومعايير اتفاقية بازل**، رسالة ماجستير غير منشورة في علوم الصحراء والأراضي القاحلة ، جامعة الخليج العربي ، مملكة البحرين.

٥. الجار الله ، أحمد جار الله (١٤٢٠هـ) ، **جغرافية الحضر مدخل إلى المفاهيم وطرق التحليل**، بدون ناشر، الرياض.

٦. الجار الله ، محمد إبراهيم و عبد الرحمن الدهمش (١٤٢٣هـ) ، **الدليل الفني لإرشادات و ضوابط الدفن الصحي للنفايات** ، وزارة الشئون البلدية والقروية ، الرياض. ***www.momra.gov.sa/generalserv/forms.aspx?id=2***

٧. جبر، فيصل خضر و طورهان مفتي (٢٠٠١م) ، **مواقع رمي النفايات الصناعية الصلبة وتأثيرها على مياه نهر دجلة بمدينة الموصل/. شمال غرب العراق، publications.ksu.edu.sa/Conferences/.../Article003.doc**

٨. الحربي ، نوير مسري (١٤٢٧هـ) ، **النمذجة الالية لحوض وادي ملكان بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية و نماذج الإرتفاعات الرقمية** ، دراسة من منظور جيمورفولوجي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، جامعة ام القرى ، مكة المكرمة .

٩. الحربي ، هنادي عبدالله (١٤٢٥هـ) ، **السياحة في المدينة المنورة** - دراسة في الجغرافيا السياحية، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك عبد العزيز ، جدة.

١٠. حسانين ، حمدي إسماعيل وآخرون (١٤٢٥هـ) تحديد التراكيب تحت السطحية للموقع المختار كمرمى للنفايات الصلبة (ملكان-١) بإستخدام المسح المغناطيسي الأرضي ، **مجلة جامعة الملك سعود** ، العلوم ، المجلد (١٧) العدد الثاني، ص ص٣٩_٦٢.

١١. الحمدان ، بدر ناصر (١٤٢٦هـ) ، مكونات النفايات في المملكة العربية السعودية ، **مجلة البيئة والتنمية** ، المجلد الخامس ، العدد (٣٦) .

١٢. الحنبلي ، أحمد وضاح (١٤٢٣هـ) **تعيين أفضل المواقع كمكبات للنفايات الصلبة في مدينة المفرق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة آل البيت ، الأردن .

١٣. الخطيب ، حامد موسى (١٤٢٦هـ) ، الإتجاه العام لتوزيع الملوحة في المياه الجوفية السطحية بالمدينة المنورة ، **مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة** ، العدد ١٢.ص ص٨٩-١١٨

١٤. خير، صفوح (١٤٢١هـ) ، **الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها** ، دار الفكر المعاصر ، بيروت.

١٥. داود، جمعة محمد (٢٠٠٩م)، **مقدمة في التحليل الإحصائي و المكاني في برنامج Arc GIS** الإصدار ٩,٢ .

16. uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/.../Dawod%20Spatial_Analysis%202009.

١٧. الدويكات ، قاسم (٢٠٠٣م) ، **نظم المعلومات الجغرافية النظرية و التطبيق** ، مطبعة البهجـــة ، أربد، الأردن.

١٨. رجب ، عمر الفاروق السيد (١٩٧٩م) ، المدينة المنـــورة- **اقتصـــاديات المكـــان، الســـكان، المورفولوجية،** دار الشروق ، جدة .

١٩. رحمة ، فادي (٢٠٠١) ، **إدارة النفايات الصلبة بإستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية GIS.**

٢٠. **Uqu.edu.sa/filesz/Tiny-mce/plagins/6/Cisy.20Sold%20Waste pdf**

٢١. رحمة ، فادي (٢٠٠٤م) إدارة الموارد المائية (GIS) حالة دراسة : حوض الســـاحل الســـوري، **المؤتمر الدولي للموارد المائيـــة و البيئـــة الجافـــة** ، جامعـــة الملـــك ســـعود بتـــاريخ (٢٢-٢٥/١٠/١٤٢٥هـــ)، الرياض .

٢٢. الرحيلي، بسمة سلامة (١٤٢٧هـــ) ، **استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتقييم الوضع الراهن لمواقع مدارس البنات الحكومية بمدينة مكة المكرمة،** رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، جامعة أم القرى.مكة المكرمة.

٢٣. الرويثي ، محمد و مصطفى خوجلي (١٤١٩هـــ)، **المدينة المنورة البيئة والإنسان،** نادي المدينة المنورة الأدبي ، دارة الواحة العربية ، المدينة المنورة .

٢٤. زللي ، عبد البديع حمزة (٢٠٠٦) ، **ملوثات المعادن الثقيلة في مخلفات الصرف الصناعي السائلة في المدينة المنورة** ، كلية العلوم ،جامعة طيبة، المدينة المنورة.

٢٥. زاهد ، وليد محمد (١٩٩٩م) ، تطوير عمليات التخلص من النفايات البلدية الصلبة، **ندوة الإدارة المتكاملة للنفايات** ، المعهد العربي لإنماء المدن، بتاريخ (١٤-١٦يونية ١٩٩٩م) ، جدة ، المملكة العربية السعودية.

٢٦. سبتان ، عبد الله عبد العزيز وآخرون (١٤٢٤هـ) ، دراسات جيولوجية و هندسية لمرمى نفايات بلدية صلبة في وادي ملكان _ مدينة مكة المكرمة ، **مجلة علوم الأرض**، جامعة الملك عبد العزيز ، ، المجلد ١٤، العدد الأول، ص ص ١-٢٩.

٢٧. السري ، عبد القادر محمد (١٩٩٩م) ، **الإعتبارات البيئية والجيولوجية في اختيار وإدارة مواقع رمي ودفن النفايات** ***publications.ksu.edu.sa/Conferences/.../Article006.doc***

٢٨. السرياني ، محمد محمود (١٤١٩هـ) ، السكن الحضري ، كتاب **المدينة المنورة البيئة والإنسان** ، نادي المدينة المنورة الأدبي، دارة الواحة العربية، المدينة المنورة.

٢٩. السلمي ، عبدالعزيز معيوض (١٤٢٨هـ) ، **اختيار موقع لمرمى النفايات الصلبة لجنوب محافظ جدة ، منطقة مكة المكرمة** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية علوم الأرض، جامعة الملك عبدالعزيز ، جدة.

٣٠. السنباني ، علي حسين (١٤٢٨هـ) ، **التحري الموقعي لموقع ملائم للتخلص من النفايات الصلبة لمدينة صنعاء – الجمهورية اليمنية**، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية علوم الأرض ، جامعة الملك عبدالعزيز ، جدة.

٣١. السويلم ، عبدالعزيز (١٤٠٠هـ) ، **منطقة المدينة المنورة** : دراسة في الجغرافيا الإقليمية، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية ، الرياض.

٣٢. الشريف ، عبد الرحمن صادق (١٤١٩هـ)، البيئة الحيوية ، في كتاب **المدينة المنورة البيئة والإنسان** ، نادي المدينة المنورة الأدبي ، دارة الواحة العربية ، المدينة المنورة.

٣٣. الشريف ، عبد الرحمن صادق (١٤١٩هـ) ، التضاريس ، في كتاب **المدينة المنورة البيئة والإنسان**، نادي المدينة المنورة الأدبي ، دارة الواحة العربية ، المدينة المنورة.

٣٤. شرف ، محمد إبراهيم (١٤٢٩هـ) **نظم المعلومات الجغرافية أسس و تدريبات** ، دار المعرفة الجامعية ، مصر ، الإسكندرية .

٣٥. الشمراني ، نورة علي (١٤٢٤هـ) ، **استخدام الخرائط المشتقة في نظم المعلومات الجغرافية في دراسة و تحليل النمو العمراني في محافظة الدرعية** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة الملك سعود ، الرياض.

٣٦. الشنطي ، أحمد محمود (١٤١٣هـ) **جيولوجية الدرع العربي** ، مركز النشر العلمي ، جامعة الملك عبد العزيز ، جدة .

٣٧. الشيخ، أمال يحي ، (١٤٢٩هـ) ، تحليل نمط توزيع الحدائق العامة النموذجية في مدينة جدة بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، **الملتقي الوطني الثالث لنظم المعلومات الجغرافية** المنعقد في الفترة ١-٣ ربيع الثاني ١٤٢٩هـ، الخبر، المملكة العربية السعودية.

٣٨. طلبة ، شحاته سيد (١٤٢٣هـ) **مناخ المدينة المنورة و آثاره الإقتصادية** ، النادي الأدبي بالمدينة المنورة .

٣٩. عباس، علي و صباح علي (ب،ت) ،**استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء وتمثيل بيانات نموذج الإرتفاع الرقمي لنماذج مختارة من شمال العراق.**
geonas.at.ua/load/0-0-0-16-20

٤٠. عبد الحميد، محمد و مساعد المسيند (١٤٣٠هـ) ، تطبيق منهجية التحليل المكاني باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تقييم ملائمة الأرض للتنمية العمرانية " دراسة تحليلية لمنطقة الملقا-الدرعية غرب مدينة الرياض" ، **مجلة جامعة الملك سعود** ، **العمارة والتخطيط** ، المجلد ٢١. العدد الأول ، ص ص ١٧- ٣٥.

٤١. عبد الجواد ، أحمد عبد الوهاب (١٩٩٧م) **أسس تدوير النفايات** ، الدار العربية للنشر و التوزيع ، القاهرة.

٤٢. عبدالله، نشوان و مزكين حسن (ب،ت) **تحليل الخصائص المكانية والوظيفيـــة لوحـــدات الـــــورش الصـــــناعية في مدينـــــة دهـــــوك باســـــتخدام الـــــــ (GIS)**، www.gisclub.net/vb/showthread.php?t=3690&page=1

٤٣. عثمان، بدر الدين طه (١٤٢٠هـــ)، تمثيل ونمذجة الرياح في نظم المعلومات الجغرافيـــة ، **مجلـــة العلوم و التقنية** ، العدد(٤٩) ، محرم ١٤٢٠هـــ ، الرياض ، ص ص ٣٥- ٤٠.

٤٤. عزيز ، محمد الخزامي (١٤٢١هـــ) ، تطبيق نظم المعلومات الجغرافيـــة في دراســـة الخصـــائص الوظيفية لمنطقة الشويخ الصناعية (٢) بالكويت ، **مجلة العلوم الإجتماعية** ، المجلد (٢٩)، العـــدد (٢) ، الكويت ، ص ص ١٠٧- ١٥٠.

٤٥. عزيز ، محمد الخزامي (١٤٢٢هـــ) **النمذجة الكارتوجرافية الآلية لتطور النمـــو العمـــراني في الكويت** ، رسائل جغرافية (٢٥٧) الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت.

٤٦. العزاوي، ثائر مظهر (٢٠٠٨م) ، **مدخل إلى نظم المعلومات الجغرافية وبياناتها مـــع تطبيقـــات لبرنامج ARCVIEW GIS** ، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن.

٤٧. العسيري ، فايز محمد (١٤٢٤هـــ) ، **نموذج للإستجابة السريعة في تحديـــد موقـــع الحـــادث بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية لمراكز الدفاع المدني في مدينة الرياض** ، رسالة ماجســـتير في الجغرافيا غير منشورة ، جامعة الملك سعود ، الرياض.

٤٨. العسيوي ، فايز محمد (١٤١٤هـــ) ، نظم المعلومات الجغرافية و التحليل الكارتوجرافي،**النـــدوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية** المنعقـــدة في الفتـــرة مـــن ١٥- ١٧ذوالقعدة ١٤١٤هـــ، جامعة الملك سعود، الرياض.

٤٩. عودة، سميح أحمد (٢٠٠٥م)، **أساسيات نظم المعلومات الجغرافية و تطبيقاتها في رؤية جغرافية** ، دار المسيرة، عمان.

٥٠. عليوة ، محمود عبد العزيز (١٤٢٩هـــ) ، **تجربة المدينة المنورة في إعداد المخطط الإقليمي لمنطقة المدينة المنورة** ، وزارة الشئون البلدية و القروية ، أمانة المدينة المنورة.

٥١. العلي ، فهمي حسن (١٩٩٩م) ، الوضع الراهن للنفايات الخطرة في دول مجلس التعاون، **نـــدوة نفايات الرعاية الصحية والطرق الحديثة للتخلص منها في دول مجلس التعاون** ، معهد الإنمـــاء العربي، الظهران ، ص ص ١٨٣-٢٠٠.

٥٢. الغامدي ، سعد (١٤٢٧هــ) ، **توظيف نظم المعلومات الجغرافية في استخراج بعض القياسات المورفومترية من نماذج الارتفاعات الرقمية دراسة حالة وادي ذرى في المملكة العربية السعودية** ، رسائل جغرافية (٣١٧) ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت.

٥٣. الغامدي ، علي معاضة و طاهر درع (١٤٢٧هــ) ، **تطور النمذجة العمرانية وعلاقتها بـــنظم المعلومات الجغرافية** ، رسائل جغرافية العدد (٣١٣). الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت.

٥٤. الغامدي ، علي معاضة (١٤٢٣هــ) ، **نموذج مقترح لتقويم الأماكن الســـياحية في المملكـــة العربية السعودية وتحديد أولويات تطويرها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية** ، رسائل جغرافية (٢٦٣)، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت.

٥٥. الغامدي ، عبد الله شرف و بدرية الفرهود (٢٠٠٧م) ، أداة ويب معتمدة على عملية التحليـــل الهرمي للحصول على معجم عربي موحد لتقنية المعلومات ، **الندوة الأولى عن الحاسب و اللغـــة العربية** ،بتاريخ (٢٩/١٠-٢/١١/١٤٢٨هــ) مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية و جمعيـــة الحاسبات السعودية ، الرياض.

٥٦. غضبان، فؤاد (٢٠٠٩م)، استخدام نظم المعلومات الجغرافية(GIS) في اختيار أفضلية المواقـــع لمراكز التصريف الصحي للنفايات ، دراسة تطبيقية على مدينة قسنطينة (الجزائر) ، **المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية** ، المجلد الثاني ، العدد (٢) ، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض .

٥٧. الغيلان ، حنان عبداللطيف (١٤٢٩هــ) ، **بناء قاعـــدة بيانـــات جغرافيـــة ذات مـــتغيرات مورفومترية لأحواض الأودية الجافة (دراسة تطبيقية لحوض وادي لبن)**، رسالة ماجستير غـــير منشورة ، قسم الجغرافيا ، خرائط ونظم معلومات جغرافية ، جامعة الملك سعود ، الرياض.

٥٨. الفوزان ، فوزان محمد (١٤١٩هـــ) ، الزراعة ، في كتاب **المدينة المنورة البيئة والإنسان** ، نادي المدينة المنورة الأدبي، دارة الواحة العربية ، المدينة المنورة.

٥٩. الفرج ، مها سعد (١٤٢٦هـــ) **مواقع ردم النفايات بدولة الكويت و تأثيرها علـــى المنـــاطق السكنية "دراسة جغرافية تحليلية** " رسائل جغرافية (٣٠٢) الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت.

٦٠. القاضي، عبدالله حسين (١٤٢٩هـــ)،الرصد المكاني لمعالم طريق الهجرة النبوية بإستخدام أنظمـــة الرصد العالمية GPS و نظم المعلومات الجغرافية GIS ، **الملتقي الوطني الثالث لنظم المعلومـــات الجغرافية** المنعقد في الفترة ١-٣ ربيع الثاني ١٤٢٩هـــ، الخبر، المملكة العربية السعودية.

٦١. القحطاني، سالم ، ومعدي ال مذهب (١٤٢٥هـــ)، **منهج البحث في العلوم السلوكية (مـــع تطبيقات spss**) ، الطبعة الثانية ، مكتبة العبيكان ، الرياض .

٦٢. القرافي ، مفلح سمير (٢٠٠٦م) **الخطأ في اختيار موقع الصرف الصناعي** ، المجلس البلدي ، المدينة المنورة.

٦٣. القرني ، عبدالله محمد (١٤٢٧ هـــ) ، **نظم المعلومات الجغرافية المبادئ الأساســـية والمفـــاهيم التشغيلية مواصفات ومقاييس وتصميم وتحليل مكاني** ، المؤلف ، الرياض.

٦٤. القرني ، عبد الله محمد (١٤٢٨هـــ) ، نظام معلومات جغرافي شامل لتحديد المواقـــع المروريـــة الخطرة (١) ، **المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية** ، المجلد الأول ، العـــدد (٢) ، الجمعيـــة الجغرافية السعودية ، الرياض ،ص ص ١- ٤٣.

٦٥. قنـــديل ، نبيـــل فتحـــي (٢٠٠٨م) ، **تلـــوث ميـــاه الـــري مشـــكلة بيئيـــة بـــارزة .** **http://kenanaonline.com/users/nabilkandil/downloads/3196**

٦٦. كبارة ، فوزي سعيد (١٤١٨هـــ) ، **مقدمة في نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها الحضـــرية والبيئية** ، دار الفكر العربي ، بيروت.

٦٧. كبارة ، فوزي سعيد (١٤٢٠هـ) ، اختيار أفضل المواقع لردم النفايات البلدية بإستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية ، دراسة افتراضية على مدينة جدة ، **مجلة العواصم والمدن الإسلامية**، ١٤٢٠هـ، ص ص ١٣٤- ١٣٩.

٦٨. محمد ، وسام الدين (٢٠٠٨ م) ، **أساسيات نظم المعلومات الجغرافية**._
www.gisclub.net/vb/archive/index.php/t-2797.html

٦٩. محمد ، عبادي و فيصل شياد (٢٠٠٩م) استخدام أسلوب التحليل الهرمي لاختيار المواقع المثلى للتموين، **الملتقى الدولي حول صنع القرار في المؤسسة الإقتصادية** ، بتاريخ (١٤-١٥أبريل/٢٠٠٩م) جامعة المسلية، الجزائر.

٧٠. مختار، طلال ، آخرون (ب،ت)، تحديد مواقع النفايات المطمورة لمنطقة وادي إبراهيم ودراسة تأثيراتها على المياه الجوفية، **اللقاء السنوي الثاني للبحث العلمي ،٣٠_٣١مارس ٢٠٠٣م**،جامعة الملك عبد العزيز.

٧١. مصيلحي، فتحي محمد (٢٠٠٠) ، **جغرافية المدن الإطار النظري و تطبيقات عربية** ، المؤلف، القاهرة.

٧٢. المطلق ، فهد عبدالعزيز (١٤٣٠هـ) ، **استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتصميم واجهة تفاعلية ديناميكية لإستعراض خرائط التلوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الرياض لعام ٢٠٠٣م أنموذجاً** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، جامعة الملك سعود ، الرياض.

٧٣. المقرن ، صالح محمد (٢٠٠٧م) ، دراسات التقييم البيئي للمشروعات و حماية البيئة الحضرية ، بحث مشارك في **المؤتمر الهندسي السابع ،بتاريخ (٢٢-٢٥/١١/١٤٢٨هـ)** كلية الهندسة ، جامعة الملك سعود، الرياض.

http// Ipac.kacst.edu.sa/ e Doc / 1428// 68167 - pdf

٧٤. مكي ، محمد شوقي (١٤٢٣هـ)، تأثير التنمية الحضرية على المظهر العام في المدينة المنورة، **مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة**، العدد الأول. ص ص ٤١- ٧٠.

٧٥. مكي، محمد شوقي (١٤٢٩هـ)، اتجاهات التغير في النمو والتركيب السكاني في منطقة المدينة المنورة (١٣٩٤-١٤٢٥هـ) النمو والتوزيع، **مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة** ، العدد السادس والعشرون . ص ص ١١-٦٠.

٧٦. نادر ، نهاد ،آخرون (٢٠٠٧م) أهمية موقع المصنع، أسس تحديده و تأثيراته ، نموذج شركات الغزل والنسيج في سوريا ، **مجلة جامعة تشرين لدراسات و البحوث العلمية** ، سلسلة العلوم الإقتصادية و القانونية ، المجلد (٢٩) العدد (١) ، ص ص ٢١١-٢٣٤ .

٧٧. النعيم ، أحمد الحسن (٢٠٠٠م)، **الطرق المتبعة للتخلص من النفايات البلدية** ، وزارة الشئون البلدية والقروية **www.momra.gov.sa**

٧٨. هارون ، علي أحمد (١٤٢٣هـ) **أسس الجغرافيا الاقتصادية**، الطبعة الرابعة ، دار الفكر العربي ، القاهرة.

٧٩. الهلال ، محمد الأحمد (١٤٢٧هـ)، تقرير عن جيولوجية المدينة المنورة ضمن حدود النطاق العمراني ، **مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة** ، العدد السابع عشر ، ص ص ١٣٧-١٥٣.

٨٠. الوليعي ، عبد الله بن ناصر (١٤١٦هـ)،**جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية: أشكال سطح الأرض**، المؤلف، الرياض.

ب/ التقارير و الإحصائيات :

١. أمانة المدينة المنورة (١٤٢٧هـ_١٤٢٨هـ) ، **تجربة إنشاء وتشغيل المرصد الحضري المحلي للمدينة المنورة الكبرى رؤية المستقبل بعين الواقع** ، إدارة التنمية الإقليمية ، الإصدار (١٨).

٢. أمانة المدينة المنورة ، **إحصائيات تقديرية للكتلة العمرانية للمخطط الإرشادي للمدينة ١٤٥٠هـ** ، غير منشورة، إدارة التنمية الإقليمية ، المدينة المنورة.

٣. أمانة منطقة المدينة المنورة ، (١٤٣٠هـ) ، **المعالجة البيئية للنفايات** ، وكالة الخدمات ، الإدارة العامة للنظافة ، المدينة المنورة.

٤. المجلس البلدي (١٤٢٨هـ - ١٤٣١هـ) ، **مجموعة تقارير المجلس البلدي للمدينة المنورة عن مشكلة المردم العام** .

٥. المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية (٢٠٠٥م) ، **مشروع إعداد مجموعة من الوسائل لاختيار و تصميم و تشغيل مدافن المخلفات الخطرة بالمناطق شديدة الجفاف**، القاهرة.

٦. المركز الإقليمي للتدريب ونقل التكنولوجيا للدول العربية (٢٠٠٥م) ، **ملحق المصطلحات الفنية الواردة بوثائق الأدلة الإرشادية للتخلص بالدفن من المخلفات الخطرة بالمناطق شديدة الجفاف**، القاهرة.

٧. مجموعة البنك الدولي (٢٠٠٧م) **إرشادات بشأن البيئة و الصحة والسلامة الخاصة بمرافق التعامل مع النفايات** .

٨. هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة (٢٠٠٠م) ، **تقارير الجفاف للمدينة المنورة** .

٩. هيئة الأرصاد الجوية وحماية البيئة،**النشرة الجوية للمدينة المنورة للفترة (١٩٧٠م _ ٢٠٠٨م)**

١٠. **صحيفة الشرق الأوسط**، ١٤٢٨هـ، العدد ١٠٥٦٥

aawsat.com/details.asp?section=43&article...10565

١١. **صحيفة الوطن** ، ١٤٣١هـ ، العدد ٣٤٠١.

www.alwatan.com.sa/news/newsdetail.asp?issueno=3401

١٢. مقابلة شخصية مع سعادة المهندس / مازن ريدان مدير المردم العام بالمدينة المنورة.

ج / الخرائط:

١. إدارة التنمية الإقليمية، **خريطة المخطط الإرشادي للمدينة الكبرى ١٤٥٠هـ للمدينة المنورة** ، أمانة المدينة المنورة، المدينة المنورة.

٢. إدارة التنمية الإقليمية، **خريطة المخطط الإرشادي للمدينة المنورة ١٤٥٠هـ للمدينة المنورة**، أمانة المدينة المنورة ، المدينة المنورة

٣. إدارة التنمية الإقليمية ،**خريطة أحياء وبلديات المدينة المنورة** (١٤٣٠هــ) ، أمانة المدينة المنورة ،المدينة المنورة

٤. إدارة التنمية الإقليمية، **خريطة مسميات الأودية للمدينة المنورة** (١٤٣٠هــــ)، أمانـــة المدينـــة المنورة، المدينة المنورة

٥. خرائط الفارسي (١٤٢٥هــ) ، **خريطة المدينة المنورة الرقمية** ، الإصدار ٢ .

٦. هيئة المساحة الجيولوجية بجدة (١٩٨١م) ،**خريطة جيولوجية لمربع المدينة المنورة** ، لوحة ٢٤د، من غير قاعدة طبوغرافية .

٧. هيئة المساحة الجيولوجية بجدة (ب،ت) **خريطة رقمية لأنواع التربة في المدينة المنورة** .

٨. هيئة المساحة الجيولوجية بجدة (١٤٢٩هــ) **الخريطة الإدارية الرقمية لمنطقة المدينة المنورة** .

٩. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية (٢٠١٠م) ، **مرئيات فضائية للمدينة المنورة مأخوذة من القمر الصناعي IKONOS** .

ثانياً: المراجع غير العربية

1. Agnes, N (2006D) , **A spatial Decision Support Tool for Landfill Site Selection for Municipal Solid Waste Management** , Master of Scienceis Computer Science of Makerere University .

2. Alesheikh*,A,* & Eslamizadeh*,M,(2008D),* **Selection of Waste Disposal Sites Using DRASTIC and GIS: Case Study:GhazvinPlain. http://www.gisdevelopment.net/application/urban/products/ma04133.htm**

3. Ali ,A, & Ibrahim,A , (2007D) , Mapping Waste-Disposal sites in Riyadh Using Radarsat Imagery, **Sudan Engineering Society Journal**, Volume 53 . p p 67-75

4. Baban S. (2009D), **Identifying Optimum Waste Disposal Site Locations in the Caribbean Region Using Geoinformatics.**

Proceedings ,of the Second Caribbean Environmental Forum and Exhibition (GEF-2), Parallel Session 15:

5. Bowles , G , (2003D) , **Fusion Of Remote Sensing Data And GIS Technology To Map Buried Waste Sites**, ***ddc.elib.com.tw:8080/edissstat/customPDFList?CusNO***
6. CH2M Hill Inc (2008D) , **Considerations for Siting a New Landfill in East Hawai'i. County of Hawai'i,Department of Environmental Management** www.co.hawaii.hi.us/.../Appx%20E_Landfill%20Siting%20RT%20081202.pdf
7. Despotakis,V, & Economopoulos,A, (2008D), A GIS Model For Landfill Sitting, **Global NEST Journal**, Vol 9, No 1, pp 29-34
8. Algarni, D ,& Ali, A, (1418H) , Mapping Waste –disposal sites Using Spot Remote sensor Data, Riyadh Case, **King Saud University Journal of Earth Sciences**, Volume 10, pp 15-30.
9. Guttmam , D & H.lee, A (1955D) , **Utilizing a Geographic Information System in Gonjunction with the Analytical Hierarchy Process to Perform a Water Reclamation Plant Site Suitability Analysis,** esri.
10. Graterole. A (2008D), **Landfill Site Suitability Analysis for non-Toxic solid waste in paerto Rice "A GIS Approach** , Department of Geography and planning, the University of Akron ,
11. Hussein,T , loni, O , Alrehaili , A(2008D), Geo-Environmental Assessment of a landfill Site Southeast of Riyadh, Saudi Arabia, **The 3rd International Conference on Water Resources and Arid Environments (2008), and the 1st Arab Water Forum,Riyadh**.
12. Javaheri, H, (2006D) , Site Selection of MSW landfills Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Method in a GIS Environment, Case study: Giroft, Iranian, **Journal of Environmental Health, Science & Engineering, No. 3 .**

13. Al-Jarrah,o, Abu-Qdais,H , (2005D) , **Municipal Solid Waste landfill Siting using Intelligent System** , Waste Management 26 (2005) p p299–306, www.elsevier.com/locate/wasman

14. Karkazi, A, Hatzichristos ,T ,Mavropoulos, A , Emmanouilidou ,B (2001D) **Landfill Siting Using GIS And Fuzzy Logic .**
www.epem.gr/pdfs/2001_2.pdf

15. Kontos , D , & Komilis , D & Halvadakis, C (2005) , **Siting MSW landfills With a Spatial Multiple Criteria Analysis Methodology** .
www.aseanenvionment.info,/Abstract ,/41011952pdf

16. Kordi, M (2008D) **Comparison of Fuzzy and Crisp Analytic hierarchy Process (AHP) Methods For Spatial Multicriteria Decision Analysis in GIS**, master ,University of Gavle.

17. Lunkapis, G (2004D) , **GIS as Decision Support Tool for Landfills Siting** , Map Asia , Beijing, China.

18. Mahini,A, & Gholamalifard, M, (2006D), Siting MSW landfills with a Weighted linear Combination Methodology in a GIS Environment**,** IRSEN, CEERS, IAU, Int. J. **Environ. Sci. Tech., 3** (4):PP 435-445.

19. Mokhtar, A , Zurina, W , Hussin, W (2008 D) How GIS can be A Useful Tool to Deal With Landfill Site Selection, GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences (GIS-IDEAS) **Conference 4 - 6, December 2008 University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia**

20. Morrow,T & Spring, A (2002D), **Chossing a Landfilling Methood** , Bush Tech 13.

http://www.icat.org.au/media/OurPlace/btb13.pdf

21. **Nathawat,M , (2003D) , Selection of Potential Waste Disposal Sites Around Ranchi Urban Complex using Remote Sensing and GIS Techniques**, urban planning, Map Asia Conference

22. Palanivel,K, & Ramasamy,S, (2003D) , **GIS Based Solutions for Waste Disposals,**

http://www.gisdevelopment.net/application/miscellaneous/misc03 .

23. Qari , M ,& Sadagah, B , (1427H) , Satellite Imagery and Engineering Geological Studies of a Proposed Sewage Dumping Site,Jeddah, Saudi Arabia, **King Saud University Journal of Earth Sciences,** Volume 17, , PP 43-67.

24. Rahman, M & Hoque, A (2008D), Site Suitability Analysis for Solid Waste Disposal Using GIS: ACase Study on KCC Area, **The Journal of Geo-Environment ISSN 1682-1998** ,Vol. 6, 2008, PP. 72-86.

25. Sener,B (2004D) **Landfill Site Selection by Using Geographic Information Systems** , thesis Master submitted to the Gradua the school of natural and Applied Sciences of middle east Technical University

26. Sharifi,M , & Retsios , V, (2004D), **Site Selection for Waste Disposal through Spatial Multiple Criteria Decision Analysis**. www.itl.waw.pl/czasopisma/JTIT/2004/3/28.pdf

27. Thawaba, S , (2008D) , SuStaIinablIty and Landfill Site Allocation by Using GIS: A Case Study from Ramallah, Palestin, **Colloque International Geotunis , 26-30/ Novembre/2008**

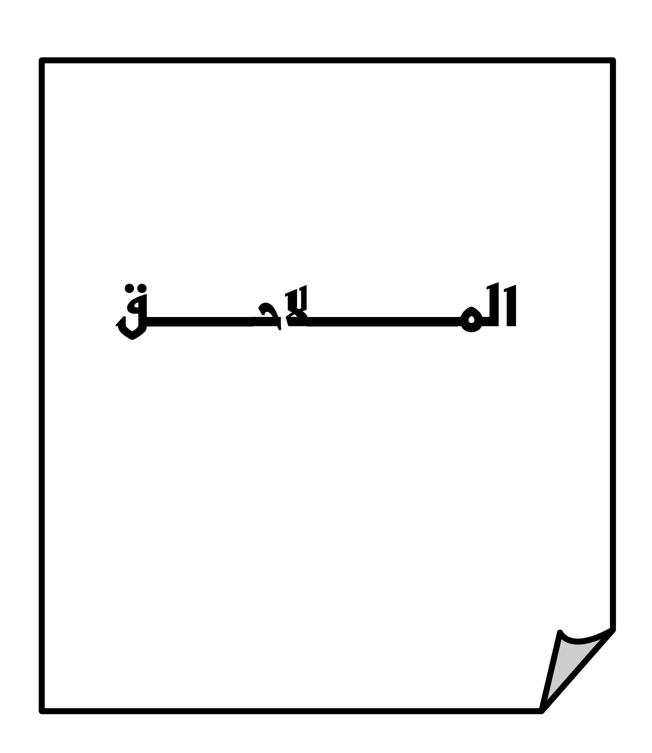
28. Thoso,M (2007D), **The construction of Geographic Information Systems (GIS) Model for Landfill Site Selection** , Magister Artium in the department of Geography , Faculty of Humanities at the University of the free state , Bloemfontein.

29. Twumasi,Y, etal (2009D), **Use of Geo-Spatial Data for Sustainable Management of Solid Waste in Niamey, Niger**

www.jsd-africa.com/.../ARC_Use%20of%20Ge

ثالثاً: المراجع على شبكة الانترنت:

1. http://www.beeaty.tv/new/index.php?option=com_content&task=view&id=4221&Itemid=70
2. www.alhadeeqa.com/vb/showthread.php/922
3. http://www.basel.int/
4. http://www.bcrcegypt.org/downloads/Guidelines/New/Arabic.pdf
5. http://www.aleqt.com/2008/03/07/article_131664.html
6. www.chem.unep.ch/POPs/pdf/PCBtranscap-Arabic-Final.pdf
7. http://www.environment.gov.ps/arabic/?action=receive_page&id=
8. www.defence.gov.au/.../ADF%20Health%20Manual%20Vol%2020,%20part8,%20chp3.pdf
9. http//wiebhelp.esri.com./arcgisdesktop/9.2/index.cfm?id
10. www.jes.org.jo.com
11. http://www.gaca.gov.sa/GACA/Airports/Default.aspx?aNo
12. http://www.mot.gov.sa/H_Projects_Finished.asp
13. http://www.geocities.com/rose_aida20...s/garbedge.htm
14. www.cadmagazine.net/archive/index.php/t-2277.html
15. http://www.hcp.gov.sa/modules.php?name=News&file=article&sid=209
16. http://www.almyah.net/mag/articles.php?action=show&id=5
17. http://www.rcjy.gov.sa/arSA/Citizen/Jubail/Environment/Pages/default.aspx
18. http :// clean.alriyadh.gov.com
19. http://www.cehm.com.eg/ar/index.php
20. http://ouruba.alwehda.gov.sy/view.news2.asp?filename



الملاحق

ملحق رقم (1)

الخطوط الارشادية (المعايير) لاتفاقية بازل لاختيار موقع دفن المخلفات الخطرة في المناطق الجافة

المعيار	المعيار الفرعي	المقياس
المعايير الاجتماعية والاقتصادية	المسافة والسعة (الطاقة)	المسافة كحد أقصى 50كم
	البنية التحتية	لابد من اتاحة الطريق المؤدية والامداد الكهربائي
	حدود الموقع	يعد عن المشاريع السكنية قائمة أو قيد التخطيط في حدود 500 متر من موقع التخلص من النفايات أن يحيط بالمدفن منطقة عازلة من الارض غير مستخدمة تبلغ 50متر على الاقل
	المسافة بين المدفن والمطارات	يتم استبعاد أي موقع يقع داخل دائرة نصف قطرها 3كم من نهاية مدرج الطائرات ذات محركات تربينية يتم استبعاد أي موقع يقع داخل دائرة نصف قطرها 1.5كم من نهاية مدرج تستخدمه طائرات مروحية يتم استبعاد أي موقع يبعد أقل من 9.5كم من حدود مطار عام من عملية موقع المنشأة
	التنظيم العقاري المحلي واستخدام الارض	الاراضي البور والمناطق المحلية تعد ممتازة لموقع الدفن
	المسافة الفاصلة عن المدن والبلديات	لا تقل المسافة عن 3كم
الاعتبارات البيئية	المياة الجوفية	أن كون أعلى مستوى للمياه الجوفية على مدى 10سنوات أسفل قاعدة المدفن بــ 200متر
	التربة	أن تكون ذات نفاذية منخفضة نسبيا
	الصخور	أن تشكل الصخور المسامية مثل الجيرية أو الكاربوناتية جزء من الطبقة الجيولوجية العلوية
	المسافة الفاصلة للبحيرات والبرك	أي أرض تقع في حدود 200متر حول البحيرات والبرك أو مياه لغير الاستخدام الصناعي يتم استبعادها
	المسافة الفاصلة عن الانهار والمجاري المائية	أي أرض تقع في حدود 500متر يتم استبعادها والمسافات الدنيا: – 500متر عن المسطحات المائية المتدفقة التي يقل عرضها عن 3متر 3000متر عن المسطحات المائية المتدفقة التي يساوي عرضها 3متر أو يزيد
	المسافة الفاصلة عن الأبار المستغلة	أي أرض في حدود 25كم يتم استبعادها
	الأراضي الرطبة	أي أرض مصنفة كأرض رطبة بخريطة قومية للأراضي الرطبة يتم استبعادها

	السمات الساحلية	لابد أن يبعد الدفن عن أي شاطئ بمسافة لا تقل عن ١٠٠متر كحد أدنى
	التنوع الحيوي والمناطق المحمية	لابد أن يبعد الدفن عن المناطق المحمية بمسافة لا تقل عن ١٠٠٠متر
	المسافة الفاصلة عن مياه العمليات الصناعية	تستبعد الأراضي الواقعة داخل دائرة نصف قطرها ١٠٠متر حول أي بركة لادارة مياه العواصف أو العمليات الصناعية
	الحفاظ على المعالم والآثار التاريخية القومية	استبعاد الأراضي التي تحتوي مواقع تاريخية أو أثرية بموجب القوانين القومية
معايير القبول الجماهيري	أ- نقل السكان من المكان لانشاء المدفن ب- وضع المدفن في مكان ظاهر ومرئي ج- حساسية المناطق التي تمر بها الشاحنات التي تنقل المخلفات في طريقها الى الموقع فكلما قلت المسافة التي تقطعها بين المناطق السكنية كلما قل الرفض الجماهيري	
	اتجاه الرياح السائدة	لابد أن يتم اختيار الموقع في الاتجاه المعاكس لهبوب الرياح نسبة الى المناطق المأهولة
اعتبارات جيولوجية و جيومورفولوجية	عدم وجود الخطوط الصدعية أو تراكيب جيولوجية نشطة	في حدود ٥٠٠متر من محيط موقع المدفن
	النسبة المئوية للانحدار	استبعاد الاراضى ذات الأنحدار الذي يزيد عن ٢٠% ويعد انحدار ٥% مثالي
	الطبوغرافية	يفضل أن تكون ارض الموقع محدبة بالنسبة لما يحيط بها
	الجيولوجيا تحت السطحية	لابد أن يتراوح عمق الأساس الصخري بين ١٠-١٥متر
	مناطق الصدوع	استبعاد أي أرض واقعة في حدود ٥٠٠متر من كلا الجانبين من صدوع تعرضت للازاحة خلال العصر الهولوسيني الحديث
	حركة الكثبان الرملية	أن يكون الموقع بعيداً عن المسار العام لتجمعات الكثبان الرملية

ملحق رقم (٣)

الدرجات التفصيلية لعملية التحليل الهرمي

Analytic Hierarchy Process (AHP)

(الخطوة الأولى)

المعيار	المناطق السكنية	النفاذية	الجوفية	الاودية	الابار	استخدامات الارض	الانحدار	الطرق	المطار	التولد	
المناطق السكنية	1	3	5	2	2	2	3	7	5	7	
النفاذية	0.333	1	3	5	2	5	2	7	7	7	
الجوفية	0.2	0.333	1	5	2	5	5	7	7	7	
الأودية	0.5	0.2	0.2	1	3	2	3	5	5	5	
الابار	0.5	0.5	0.5	0.333	1	5	5	7	7	7	
استخدامات الارض	0.5	0.2	0.2	0.5	0.2	1	3	5	5	3	
الانحدار	0.333	0.5	0.2	0.333	0.2	0.333	1	7	7	7	
الطرق	0.143	0.143	0.143	0.2	0.143	0.2	0.143	1	3	3	
المطار	0.2	0.143	0.143	0.2	0.143	0.2	0.143	0.333	1	3	
التولد	0.143	0.143	0.143	0.2	0.143	0.333	0.143	0.333	0.333	1	
المجموع	3.709	6.162	10.529	14.766	10.829	21.066	22.429	46.666	47.333	50	233.489

(الخـــطـــوة الثـــانيـــة)

المعيار	المناطق السكنية	النفاذية	الجوفية	الاودية	الابار	استخدامات الارض	الانحدار	الطرق	المطار	التولد	المجموع	المتوسط
المناطق السكنية	0.2596054	0.486855	0.474879	0.135446	0.184689	0.0949497	0.133755	0.150002	0.105635	0.14	2.165816	0.22
النفاذية	0.0864485	0.162285	0.284927	0.340669	0.184689	0.2373492	0.08917	0.150002	0.147888	0.14	1.823429	0.18
الجوفية	0.051921	0.054041	0.095493	0.340669	0.184689	0.2373492	0.222026	0.150002	0.147888	0.14	1.624078	0.16
الأودية	0.1298027	0.032457	0.019099	0.067723	0.277034	0.0949497	0.133755	0.107144	0.105635	0.1	1.067599	0.11
الابار	0.1298027	0.081142	0.047488	0.022552	0.092345	0.2373492	0.222026	0.150002	0.147888	0.14	1.270595	0.12
استخدامات الارض	0.1298027	0.032457	0.019099	0.033862	0.018469	0.0474698	0.133755	0.107144	0.105635	0.06	0.687693	0.07
الانحدار	0.0864485	0.081142	0.019099	0.022552	0.018469	0.0158074	0.044585	0.150002	0.147888	0.14	0.725993	0.07
الطرق	0.0371235	0.023207	0.013582	0.013545	0.013205	0.0284819	0.019127	0.020134	0.063381	0.06	0.291786	0.03
المطار	0.051921	0.023207	0.013582	0.013545	0.013205	0.0284819	0.019127	0.021407	0.021127	0.06	0.265602	0.02
التولد	0.0371235	0.023207	0.013582	0.013545	0.013205	0.0158074	0.019127	0.021407	0.021106	0.02	0.198109	0.02
المجموع												1

الخـــطـــوة الثـــالثـــة)

	المناطق السكنية	النفاذية	الجوفية	الاودية	الابار	استخدامات الارض	الانحدار	الطرق	المطار	التولد	المجموع	القيمة
المعيار	0.22	0.18	0.16	0.11	0.12	0.07	0.07	0.03	0.02	0.02		
المناطق السكنية	0.22	0.54	0.8	0.22	0.24	0.14	0.21	0.21	0.1	0.14	2.82	12.8
النفاذية	0.073	0.18	0.48	0.55	0.24	0.35	0.14	0.21	0.14	0.14	2.503	13.8
الجوفية	0.044	0.05	0.16	0.55	0.24	0.35	0.35	0.21	0.14	0.14	2.234	13.7
الأودية	0.11	0.036	0.032	0.11	0.36	0.14	0.21	0.15	0.1	0.1	1.348	11.8
الابار	0.11	0.09	0.08	0.036	0.12	0.35	0.35	0.21	0.14	0.14	1.626	13.3
استخدامات الارض	0.11	0.036	0.032	0.055	0.024	0.07	0.21	0.15	0.1	0.06	0.847	11.4
الانحدار	0.07	0.1	0.03	0.036	0.024	0.02	0.07	0.21	0.14	0.14	0.84	11.4
الطرق	0.031	0.01	0.022	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.06	0.243	10
المطار	0.04	0.01	0.022	0.02	0.02	0.014	0.01	0.02	0.02	0.06	0.236	10
التولد	0.031	0.01	0.022	0.02	0.02	0.023	0.01	0.02	0.019	0.02	0.195	5
المتوسط												11.3

(الخــــطـــــوة الـــرابعــــــة)

معادلة مؤشر الثبات: CI = (£Max – n) / (N – 1)

£ = الجذر الكامن لمصفوفة المقارنات

N = عدد العناصر محل المقارنة

قيمة مؤشر الثبات العشوائي RI = لاستخدامها في المعادلة الأخيرة :

N	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
RI	٠	٠	٠,٥٢	٠,٨٩	١،١١	١،٢٥	١،٣	١،٤٠	١،٤٥	١،٤٩

معادلة نسبة الثبات CR = R/CI

ملحق رقم (٣)

الدرجات التفصيلية لدرجات ملاءمة المواقع المقترحة لدفن النفايات الخطرة

الدرجات التفصيلية لدرجات ملاءمة الموقع الأول

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات الجيولوجية والجيمورفولوجية	الانحدار (تحديد الميول)	٠ ـــ ٥%	٧	مرتفع	
		٥ ـــ ١٥%	٥	متوسط	
		١٥ ـــ ٢٥ %	٣	منخفض	
		< ٢٥%	١	غير ملائم	
	نفاذية التربة	٠,٥١ إلى ١,٥ سم/الساعة(بطيئة نسبياً)	٧	مرتفع	
		١,٥ إلى ٥,١ سم/الساعة (متوسطة)	٥	متوسط	
		٥,١ إلى ١٥ سم/الساعة سريعة نسبياً	٣	منخفض	
		< ١٥ سم/الساعة	١	غير ملائم	

	عامل الإختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية	البعد عن مصادر المواد (كم)	< ٣ كم	٧	مرتفع	
		٤ – ١٥ كم	٥	متوسط	
		١٥ – ٣٠ كم	٣	منخفض	
		٣٠ – < ٥٠كم	١	غير ملائم	
	البعد عن المناطق السكنية	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن الطرق السريعة	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن المطار	<٩٥٠٠متر	٧	مرتفع	
		٩٥٠٠متر	٥	متوسط	
		٦٠٠٠متر	٣	منخفض	
		<٣٠٠٠متر	١	غير ملائم	
	استخدامات الأرض	أراضي لا تستخدم للزراعة	٧	مرتفع	

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات البيئية	البعد عن الآبار المستغلة	> ٢٥كم	٧	مرتفع	
		٢٥كم	٥	متوسط	
		٨كم	٣	منخفض	
		< ٤كم	١	غير ملائم	
	البعد عن طبقات المياه الجوفية	> ٢٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٢٠٠ متر	٥	متوسط	
		١٢٥متر	٣	منخفض	
		< ٧٥ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن مجاري الأودية	> ٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
معايير القبول الجماهيري	اتجاه الرياح	بعكس اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	٧	مرتفع	
			٥	متوسط	
			٣	منخفض	
		في اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	١	غير ملائم	

الدرجات التفصيلية لدرجات ملاءمة الموقع الثاني

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات الجيولوجية والجيومورفولوجية	الانحدار (تحديد الميول)	٠ ـــ ٥%	٧	مرتفع	
		٥ ـــ ١٥%	٥	متوسط	
		١٥ ـــ ٢٥ %	٣	منخفض	
		< ٢٥%	١	غير ملائم	
	نفــــاذية الـــتربة	٠,٥١ إلى ١,٥ سم/الساعة(بطيئة نسبياً)	٧	مرتفع	
		١,٥ إلى ٥,١ سم/الساعة (متوسطة)	٥	متوسط	
		٥,١ إلى ١٥ سم/الساعة سريعة نسبياً	٣	منخفض	
		< ١٥ سم/الساعة	١	غير ملائم	

	عامل الإختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية	البعد عن مصادر المواد(كم)	< ٣ كم	٧	مرتفع	
		٤ – ١٥ كم	٥	متوسط	
		١٥ – ٣٠ كم	٣	منخفض	
		٣٠ – < ٥٠ كم	١	غير ملائم	
	البعد عن المناطق السكنية	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن الطرق السريعة	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		< ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	الــبعد عن المـــطار	<٩٥٠٠متر	٧	مرتفع	
		٩٥٠٠متر	٥	متوسط	
		٦٠٠٠متر	٣	منخفض	
		<٣٠٠٠متر	١	غير ملائم	
	استخدامات الأرض	أراضي لا تستخدم للزراعة	٧	مرتفع	

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات البيئية	البعد عن الآبار المستغلة	<٢٥كم	٧	مرتفع	
		٢٥كم	٥	متوسط	
		٨كم	٣	منخفض	
		> ٤كم	١	غير ملائم	
	البعد عن طبقات المياه الجوفية	<٢٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٢٠٠ متر	٥	متوسط	
		١٢٥متر	٣	منخفض	
		> ٧٥ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن مجاري الأودية	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		> ١٦٨ متر	١	غير ملائم	

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
معايير القبول الجماهيري	اتجاه الرياح	بعكس اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	٧	مرتفع	
			٥	متوسط	
			٣	منخفض	
		في اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	١	غير ملائم	

الدرجات التفصيلية لدرجات ملاءمة الموقع الثالث

الاعتبارات	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات الجيولوجية والجيومورفولوجية	الانحدار (تحديد الميول)	٠ ــــ ٥ %	٧	مرتفع	
		٥ ــــ ١٥ %	٥	متوسط	
		١٥ ــــ ٢٥ %	٣	منخفض	
		> ٢٥%	١	غير ملائم	
	نفاذية التربة	٠,٥١ إلى ١,٥ سم/الساعة(بطيئة نسبياً)	٧	مرتفع	
		١,٥ إلى ٥,١ سم/الساعة (متوسطة)	٥	متوسط	
		٥,١ إلى ١٥ سم/الساعة سريعة نسبياً	٣	منخفض	
		> ١٥سم/الساعة	١	غير ملائم	

الاعتبارات	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية	البعد عن مصادر المواد (كم)	> ٣ كم	٧	مرتفع	
		٤ – ١٥ كم	٥	متوسط	
		١٥ – ٣٠ كم	٣	منخفض	
		٣٠ – > ٥٠ كم	١	غير ملائم	
	البعد عن المناطق السكنية	>٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		> ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن الطرق السريعة	>٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		> ١٦٨ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن المطار	>٩٥٠٠متر	٧	مرتفع	
		٩٥٠٠متر	٥	متوسط	
		٦٠٠٠متر	٣	منخفض	
		>٣٠٠٠متر	١	غير ملائم	
	استخدامات الأرض	أراضي لا تستخدم للزراعة	٧	مرتفع	

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
الاعتبارات البيئية	البعد عن الآبار المستغلة	<٢٥كم	٧	مرتفع	
		٢٥كم	٥	متوسط	
		٨كم	٣	منخفض	
		> ٤كم	١	غير ملائم	
	البعد عن طبقات المياه الجوفية	<٢٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٢٠٠ متر	٥	متوسط	
		١٢٥متر	٣	منخفض	
		> ٧٥ متر	١	غير ملائم	
	البعد عن مجاري الأودية	<٥٠٠ متر	٧	مرتفع	
		٣٣٦ – ٥٠٠متر	٥	متوسط	
		١٦٨ – ٣٣٦متر	٣	منخفض	
		> ١٦٨ متر	١	غير ملائم	

	عامل الاختيار	القياس النسبي	الدرجة	الملائمة	حالة الموقع
معايير القبول الجماهيري	اتجاه الرياح	بعكس اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	٧	مرتفع	
			٥	متوسط	
			٣	منخفض	
		في اتجاه الرياح السائدة بالنسبة للمناطق المأهولة	١	غير ملائم	

ملحق رقم (٤)

أحواض النفايات الصناعية و طرق التخلص منها في مردم النفايات العام



المصدر: جريدة عكاظ





المصدر: (زللي،٢٠٠٦)



١

ملحق رقم (٥)

صور توضح بعض جوانب حي حمراء الأسد في المدينة المنورة



المصدر: الباحثة



المصدر: الباحثة



المصدر:الباحثة (المناطق السكنية في حي حمراء الأسد)



المصدر:الباحثة





